PILOT AMSTERDAM-UTRECHT
ERTMS



Eindrapport

Lessen uit het rijden onder ERTMS Level 2
in Dual Signalling omstandigheden

PILOT AMSTERDAM-UTRECHT
ERTMS

Eindrapport

Lessen uit het rijden onder ERTMS Level 2

in Dual Signalling omstandigheden

Datum: september 2015
Kenmerk: #3702201-v3

Inhoudsopgave

Managementsamenvatting

De ERTMS Pilot Amsterdam-Utrecht (hierna "de Pilot") is uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu, mede op initiatief van de Tweede Kamer. ProRail en NS hebben een goed functionerende gezamenlijke organisatie opgezet voor de uitvoering van de Pilot. Hierin werkten ProRail, NS, goederenvervoerders, onderhouds- en servicebedrijven constructief samen om operationele ervaring op te doen en te leren, vooruitlopend op de verdere uitrol van ERTMS. In de Pilot is ervaring opgedaan met het rijden van reizigers- en goederentreinen met het treinbeveiligingssysteem ERTMS onder Dual Signalling omstandigheden (seinstelsels NS'54 en ERTMS Level 2 beide aanwezig en werkend) op het baanvak Amsterdam-Utrecht.

De lessen die in de Pilot zijn geleerd zijn nuttig bij de voorbereiding van de aanbesteding van ERTMS en bij het verder incorporeren van ERTMS in de bedrijfsprocessen van alle spoorbedrijven. Dit vindt plaats in de Planuitwerkingsfase en vervolgens in de Realisatiefase van het Programma ERTMS.

Het baanvak Amsterdam-Utrecht is in 2007 opgeleverd en in gebruik genomen met NS'54/ATB; in 2011 is ook ERTMS Level 2 in dienst gesteld. Er waren nog een aantal voorbereidingen noodzakelijk voordat er op het baanvak Amsterdam-Utrecht met treinen onder ERTMS Level 2 regime kon worden gereden. In de Pilot zijn procedures getest en omgeschreven naar bruikbare regelgeving voor de gebruikers. Er is ERTMS treinapparatuur in materieel ingebouwd en de Inspectie Leefomgeving en Transport heeft materieel voor gebruik onder ERTMS regime op Amsterdam-Utrecht toegelaten. Tevens zijn er ERTMS opleidingen ontwikkeld en gegeven aan machinisten en treindienstleiders.

Vervolgens zijn er testritten onder ERTMS Level 2 regime gereden en zijn daarna ook ritten in de gewone dienstregeling onder ERTMS Level 2 regime met reizigers of lading uitgevoerd, waar dat mogelijk was. In totaal is circa 124.000 km in ruim 7500 ritten onder ERTMS Level 2 regime gereden. Er zijn 233 machinisten opgeleid. Een volledige opleiding (ERTMS basisopleiding en de Dual Signalling opleiding) duurt 10 dagen. Tevens hebben 65 treindienstleiders een her-instructie gevolgd.

Het ERTMS systeem op het baanvak Amsterdam-Utrecht is succesvol in gebruik genomen. Er waren geen merkbare incidenten, er zijn geen vertragingen ontstaan en reizigers en verladers hebben geen hinder ondervonden van de pilot. Ook het onderhoud van het baanvak en het materieel verliep goed.

Behalve leerervaringen heeft de Pilot ook spin-off opgeleverd, waaronder een ERTMS Academy met een algemeen bruikbare ERTMS basisopleiding, een Dual Signalling opleiding en drie gevalideerde simulatiemodellen voor vervoerscapaciteitsstudies.

De spoorsector heeft 142 onderzoeksvragen over ERTMS geformuleerd die beantwoord zijn door de Pilot. Deze onderzoeksvragen gaan over werkprocessen, veiligheidseffecten, verkeersmanagement, optimalisatie infrastructuur en dienstregeling, rijtijdwinst door hogere snelheid, opvolgtijden, capaciteitsbenutting, energiezuinig rijden, interoperabiliteit, menselijk gedrag, opleidingen, betrouwbaarheid, infrastructuurwijzigingen, wijziging aan materieel en onderhoud van infrastructuur. De Pilot heeft de vragen beantwoord op basis van de ervaringen in de voorbereidingsfase van de pilot, het rijden van ritten onder ERTMS Level 2 regime, interviews met betrokkenen, literatuurstudie, onderzoek naar ervaringen in het buitenland en capaciteits- en rijsimulaties.

Uit de Pilot kwam naar voren dat er bij de bouw van Amsterdam-Utrecht nog geen gebruikerservaring was met een vergelijkbaar vervoersysteem met ERTMS. Hierdoor konden in het verleden gebruikers en beheerders tijdens het ontwerp-proces niet centraal worden gesteld en konden de mogelijkheden van ERTMS niet optimaal worden benut. De kennis van de ERTMS techniek is in Nederland inmiddels op een behoorlijk niveau. De kennis op railvervoersysteemniveau in Nederland kan worden verbeterd.

De implementatie van ERTMS moet in samenhang met het reeds bestaande vervoersysteem met NS'54/ATB plaatsvinden. Er moet rekening worden gehouden met de impact op de bestaande systemen in de baan en in de trein. De introductie van ERTMS betekent niet alleen aandacht voor nieuwe processen, maar ook opnieuw bezien en aanpassen van de operationele processen voor NS'54/ATB regime.

De veiligheidsverantwoordelijkheid voor de diverse delen van het vervoersysteem is goed belegd bij ProRail en vervoerders. De veiligheidsverantwoordelijkheid over het gehele vervoersysteem kan echter worden verstevigd met de Europees voorgeschreven Common Safety Method (CSM), die nu wordt ingevoerd. Er ontbreekt op dit moment nog een aantal overkoepelende processen tussen vervoerders en ProRail die nodig zijn voor een optimale implementatie van ERTMS.

De wetgeving is wat betreft remtabellen geënt op NS’54/ATB seinstelsel/treinbeveiliging waardoor in de Pilot een aantal voordelen van ERTMS Level 2 niet helemaal kan worden behaald. Ook geldt dat op Dual Signalling baanvakken er geen verplichting is om onder ERTMS Level 2 regime te rijden, ook indien dit wel mogelijk is. Dit betekent dat vervoerders niet altijd rijden onder ERTMS, het veiligste beschikbare beveiligingssysteem.

Machinisten en treindienstleiders kunnen goed werken met ERTMS maar vinden het lastig dat de afhandeling van storingen per baanvak en per materieeltype verschillend is. Kennis en ervaring vloeien snel weg als niet regelmatig met ERTMS wordt gewerkt. Als het op een Dual Signalling baanvak mogelijk is om onder ERTMS Level 2 te rijden kiezen machinisten hier niet altijd voor. Dit wordt deels veroorzaakt doordat men zich onzeker voelt.

De werkbelasting van machinisten stijgt bij transities van en naar ERTMS gebied en is laag als er eenmaal onder ERTMS Level 2 wordt gereden. Voor de treindienstleider is met ERTMS-only de werkbelasting enigszins hoger dan in de situatie met NS’54/ATB-only of Dual Signalling.

In de pilot werd duidelijk dat het huidige operationele bedrijf van NS Reizigers niet toegerust is om met deelmaterieelparken een dienstregeling uit te voeren. Bij het opstarten van de dienstregeling is het buitengewoon moeilijk gebleken om de tien SLT treinstellen met ERTMS in de juiste dienstregeling ingezet te krijgen. Bovendien blijkt dat, als het materieel in de juiste dienstregeling is ingezet, het materieel, als gevolg van verstoringen op het spoor, op andere trajecten terecht komt dan waar ze oorspronkelijk waren gepland.

In de Pilot bleek dat een goede monitoringfunctionaliteit voor het gehele vervoersysteem essentieel is voor het oplossen van technische of operationele problemen. ERTMS zou dit kunnen faciliteren. Ook kan de effectiviteit en efficiëntie van het onderhoud aan infrastructuur en materieel worden verhoogd als er gebruik wordt gemaakt van ERTMS informatie. Hierbij moet bij het verzamelen van gegevens aandacht worden besteed aan de privacyaspecten.

De doelen van de pilot zijn gehaald, Amsterdam-Utrecht is met ERTMS in gebruik en er zijn vele lessen geleerd, die een goede basis vormen voor de toekomstige uitrol van ERTMS en aan het programma ERTMS worden overgedragen om mee te nemen bij de voorbereiding van de aanbesteding van ERTMS en bij het verder incorporeren van ERTMS in de bedrijfsprocessen van de spoorbedrijven.

1 Inleiding

In 2010 heeft de Tweede Kamer in het kader van het begrotingsamendement Slob (TK 32500A nr. 9) € 37,5 miljoen beschikbaar gesteld om onder andere ervaringen met ERTMS op te doen op het baanvak Amsterdam-Utrecht. In de jaren daarna is hierover veel overleg geweest en eind 2011 hebben ProRail, NS en het ministerie van Infrastructuur en Milieu afgesproken een operationele ERTMS Dual Signalling pilot te starten om meer ervaring op te doen met ERTMS. Begin 2012 is de eerder voor 2013 geplande pilot voor het 4-sporige baanvak Amsterdam-Utrecht vervroegd naar de zomer van 2012. Sinds 2012 is de Pilot inclusief Expertisecentrum opgenomen in het Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport (MIRT).

De operationele ERTMS Pilot Amsterdam-Utrecht (hierna "de Pilot") is uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Milieu. In de Pilot werkten ProRail, NS, goederenvervoerders en onderhouds- en servicebedrijven samen om, vooruitlopend op de daadwerkelijke uitrol van ERTMS, leerpunten vast te stellen. Gedurende de Pilot deden de partijen operationele ervaring op met het rijden van reizigers- en goederentreinen met het treinbeveiligingssysteem ERTMS op het baanvak Amsterdam-Utrecht.

Insteek van de Pilot was om bij de totstandkoming van de Railmap 2 en 3, de Voorkeursbeslissing[1] en de nog te nemen Projectbeslissingen voor ERTMS, naast ervaringen op de Hanzelijn, Betuweroute, Hogesnelheidslijn Zuid en in het buitenland, ook ervaring op te doen met de operatie op een baanvak dat voorzien is van zowel ERTMS Level 2 als NS'54/ATB. De algemene programmadoelstelling van de Pilot was:

"Een bijdrage leveren aan de bredere ERTMS implementatiestrategie op basis van empirisch onderzoek."

De ervaring, kennis en extra informatie, die in de Pilot zijn opgedaan, is vooral nuttig bij het incorporeren van ERTMS in de bedrijfsprocessen van de spoorbedrijven en kan op onderdelen van belang zijn bij de voorbereiding van de aanbesteding, in concreto de Projectbeslissingen aan het einde van de Planuitwerkingsfase en vervolgens de Realisatiefase van het programma ERTMS.

1.1 Doel van de Pilot

De Pilot had als doel om kritische kennis en inzichten te verwerven en vast te leggen om de overgang naar ERTMS op verantwoorde wijze te kunnen uitvoeren in termen van:

- risico's en kwaliteit van de dienstverlening aan de reiziger,
- het proces dat nodig is om treinen te laten ombouwen naar ERTMS en de toelating op het landelijk net,
- de opleiding van rijdend personeel, de storingsorganisatie en dergelijke.

In de Pilot zijn 142 onderzoeksvragen uit de spoorsector verzameld en beantwoord. Dit gebeurde door (veld) onderzoek, simulaties en door het uitvoeren van ritten met reizigers- en goederentreinen, waarbij metingen zijn gedaan. Zo heeft de Pilot gegevens verzameld en geanalyseerd over onder meer veiligheid, treintechniek en capaciteit, maar ook over menselijk gedrag, werkdruk en processen.

1.2 Dual Signalling en ERTMS Level 2

De Pilot onderzocht de gevolgen van het rijden van treinen onder twee treinbeveiligingssystemen op het traject Amsterdam-Utrecht. Het rijden in een situatie waarbij twee seinstelsels gelijktijdig in werking zijn, noemen we 'Dual Signalling'.

Op de baanvakken Amsterdam-Utrecht en Zwolle-Lelystad (Hanzelijn) is er sprake van Dual Signalling: het seinstelsel NS'54 en het seinstelsel ERTMS Level 2 zijn gelijktijdig actief op hetzelfde baanvak. Een trein met ERTMS en een ERTMS bevoegde machinist aan boord, kan dan onder ERTMS rijden. In het kader van de Pilot reden er treinen die voorzien waren van ERTMS onder ERTMS Level 2 regime. Reguliere treinen zonder ERTMS reden onder het regime van het NS'54 seinstelsel met ATB als beveiligingssysteem.

1 Kamerstukken II, vergaderjaar 2013-2014, nr. 33652-14

Het rijden onder ERTMS Level 2 regime in een Dual Signalling situatie verschilt in basis niet van het rijden onder ERTMS Level 2 regime op ERTMS Level 2 only baanvakken, zoals de Betuweroute en de Hoge Snelheidslijn Zuid. Wel geldt dat er een aantal buitenseinen in de Dual Signalling situatie ook opgevolgd moeten worden door de machinist. Verder zijn er verschillen in het rijden bij verstoorde situaties tussen de ERTMS Level 2 baanvakken in Nederland: de Betuweroute (ERTMS Level 2 only), HSL Zuid (ERTMS Level 2 only), Amsterdam-Utrecht (Dual Signalling) en Zwolle-Lelystad (Dual Signalling).

1.3 Toepasbaarheid van leerervaringen uit de Pilot

De bevindingen van de Pilot kunnen niet één-op-één worden vertaald naar de landelijke uitrol van ERTMS. Hierbij moet gelet worden op:

- unieke eigenschappen van het baanvak Amsterdam-Utrecht,
- unieke eigenschappen van de materieeltypen die zijn gebruikt,
- unieke kenmerken van de Dual Signalling situatie,
- de wijze waarop de Pilot is uitgevoerd.

De bevindingen in de Pilot zijn vaak uitvloeisels van de wijze waarop het Nederlandse vervoersysteem op het spoor is ontstaan en hoe het vervoersysteem zich heeft ontwikkeld. Als een leerervaring van de Pilot niet algemeen toepasbaar is voor landelijke uitrol door één of meerdere bovengenoemde eigenschappen en/of kenmerken, is dit bij de leerervaring aangegeven. Zo niet, dan is de leerervaring breed toepasbaar.

Het geven van adviezen en aanbevelingen aan de hand van de leerervaringen die zijn opgedaan gedurende de Pilot behoorde niet tot de opdracht van de Pilot. De Pilot beperkte zich tot het vaststellen van feiten en het op grond hiervan doen van bevindingen. Dit eindrapport bevat deze bevindingen.

De bevindingen van de Pilot zijn overgedragen aan het programma voor de landelijke uitrol van ERTMS. Het programma voor de landelijke uitrol van ERTMS beoordeelt de bevindingen van de Pilot en neemt deze bevindingen, waar van toepassing, mee in de nadere uitwerking van de Voorkeursbeslissing tot de Projectbeslissing(en) en de realisatiefase daarna.

2 Wat heeft de Pilot gedaan?

Dit hoofdstuk beschrijft de organisatie, activiteiten en resultaten (met uitzondering van de bevindingen) van de Pilot.

2.1 Organisatie van de Pilot

De opdrachtnemers van de Pilot, ProRail en NS, hebben gezamenlijk twee programmamanagers aangesteld om als team de Pilot te leiden. Zij hadden als doel om het rijden met treinen onder ERTMS Level 2 in Dual Signalling omstandigheden mogelijk te maken en om het leren en ervaren uit de Pilot te organiseren. Het team stuurde de Pilotorganisatie aan en heeft verantwoording afgelegd aan het ministerie van Infrastructuur en Milieu (opdrachtgever) en ProRail en NS (opdrachtnemers).

In de Pilot is samengewerkt door infrabeheerder ProRail, vervoerder NS (NS International, NS Reizigers en onderhoudsbedrijf NedTrain) en goederenvervoerders CapTrain, DB Schenker, LTE, Shunter, Strukton en TX Logistik.

2.2 Baanvak Amsterdam-Utrecht

In 1995 is besloten de sporen tussen Amsterdam-Utrecht te verdubbelen om de bereikbaarheid van en naar de Randstad per openbaar vervoer te verbeteren. In 2000 werd gestart met de uitvoering. Er is besloten om Dual Signalling aan te leggen en in 2003 is de aanleg van Dual Signalling gegund. Het baanvak is in 2007 opgeleverd met NS'54; in 2011 is ook ERTMS Level 2 in dienst gesteld[2].

Behalve het baanvak Amsterdam-Utrecht is in 2012 ook het baanvak Zwolle-Lelystad voorzien van Dual Signalling. ProRail biedt beide baanvakken als Dual Signalling baanvakken aan vervoerders aan. Dat betekent dat alle operationele en beheersprocessen van de infrastructuur geïmplementeerd zijn, dat tracémanagement van ProRail de baanvakken beheert en dat de verkeersleiding van ProRail in staat is de baanvakken onder Dual Signalling te bedienen. Vervoerders kunnen kiezen of ze op deze baanvakken onder NS'54/ATB regime of ERTMS Level 2 rijden.

In de Pilot is voornamelijk onderzoek gedaan op het baanvak Amsterdam-Utrecht, in de voorbereidingen en voor beproevingen is incidenteel gebruik gemaakt van het baanvak Zwolle-Lelystad.

2.3 Leerstrategie van de Pilot

Een belangrijk doel van de Pilot was om knelpunten te identificeren die voor de landelijke uitrol van ERTMS van belang zijn. Om die reden is ervoor gekozen de Pilot in te steken als een kleinschalige uitrol van een ERTMS vervoersysteem op de bestaande ERTMS infrastructuur van het baanvak Amsterdam-Utrecht.
De voorbereidingen op, evenals het rijden onder ERTMS, moesten door de vervoerders in de reguliere werkprocessen worden geïncorporeerd. De Pilotorganisatie heeft daarin een observerende rol gekozen, aangezien de knelpunten zich ook bij de landelijke uitrol van ERTMS zouden kunnen manifesteren. De Pilotorganisatie heeft alleen geïntervenieerd als partijen er zelf niet uit kwamen, of als er een onveilige situatie dreigde.

Om te beoordelen hoe ERTMS in de dagelijkse praktijk van het vervoersproces uitwerkt, zijn tijdens de Pilot ritten uit de gewone dienstregeling (die normaal worden gereden onder NS'54/ATB regime) met reizigers en lading waar mogelijk uitgevoerd onder ERTMS Level 2. Ook hier heeft de Pilot een observerende rol gehad.

De veiligheid tijdens het rijden van ritten was geborgd via de veiligheidsmanagementsystemen van ProRail en vervoerders. In de Pilot is telkens getoetst of de integrale veiligheid was geborgd. De Pilotorganisatie had geen eigen veiligheidsverantwoordelijkheid omdat ze geen juridische entiteit was.

2 In 2007 was op het baanvak Amsterdam-Utrecht NS'54/ATB en ERTMS fysiek aanwezig, alleen NS'54/ATB was toen operationeel. ERTMS is sinds 2011 operationeel.

2.4 Verloop van de Pilot

De Pilot kende drie hoofdfasen: de voorbereidingsfase, de uitvoeringsfase en de rapportagefase.

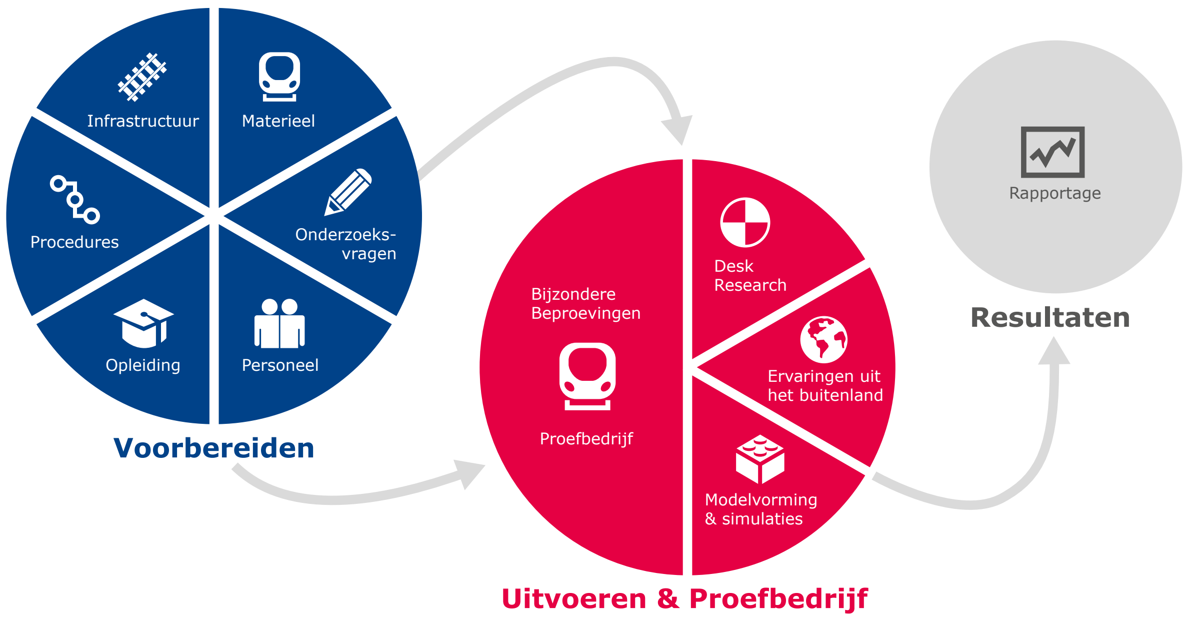
In de voorbereidingsfase zijn alle activiteiten uitgevoerd die nodig waren om:

- het rijden van de treinen mogelijk te maken (controle van gereed zijn van de baanvakken, beschikbaar maken van treinen, toetsen en inbedden van procedures (voor zover dit nog niet was gebeurd), maken van opleidingsmateriaal, opleiden van mensen),
- de onderzoeken waarmee de leerervaringen konden worden opgedaan te initiëren.

Tijdens de uitvoeringsfase is er met treinen gereden en zijn er gegevens verzameld over het verloop van het operationele proces.

Tijdens de rapportagefase zijn de onderzoeken afgerond en uitgewerkt in rapporten.

Figuur 1 Schematisch weergave van het verloop van de Pilot



2.5 Voorbereidingsfase van de Pilot

2.5.1 Controle van het baanvak

Het baanvak Amsterdam-Utrecht was reeds voorzien van ERTMS Level 2. Na oplevering van het baanvak is lange tijd alleen onder NS’54/ATB gereden. Er reden nog geen reizigers- en goederentreinen onder ERTMS Level 2. Dit betekende dat de Pilot eerst moest verifiëren of de Pilot het baanvak onder ERTMS in gebruik kon nemen. Hiertoe is een check gedaan bij de verantwoordelijke onderhoudsorganisatie en op de inbedding van de processen bij de infrabeheerder en verkeersleiding. Verder is er een toets uitgevoerd op de technische staat van het baanvak.

2.5.2 Toetsen gebruikersprocessen, opstellen richtlijn Handboek Machinist

De ERTMS gebruikersprocessen voor het baanvak Amsterdam-Utrecht waren voor de start van de Pilot nog niet in de praktijk gebruikt (anders dan ten behoeve van de oplevering van de ERTMS infrastructuur in 2011). De gebruikersprocessen beschrijven de interactie van de gebruikers (treindienstleider, machinist) met het systeem. De gebruikersprocessen zijn opgesteld door ProRail en dienen door gebruikers (ProRail en vervoerders) te worden gebruikt bij het opstellen van regelgeving en instructies voor treindienstleiders respectievelijk machinisten. Daarom zijn, voorafgaand aan het daadwerkelijk rijden onder ERTMS Level 2, de gebruikersprocessen nogmaals gecontroleerd op correctheid en werkbaarheid. In totaal toetste de Pilot hiertoe 158 gebruikersprocessen.

Op basis van de gebruikersprocessen heeft de Pilot een richtlijn opgesteld voor vervoerders om ze te helpen om hun Handboek Machinist aan te vullen voor het rijden onder ERTMS Level 2 op de Dual Signalling baanvakken. De richtlijn is gebruikt door NS en goederenvervoerders om hun Handboek Machinist aan te vullen.

2.5.3 Treinen aanpassen en toelaten

Voor de start van de Pilot waren door de Inspectie Leefomgeving en Transport geen treinen toegelaten om op de baanvakken Amsterdam-Utrecht en Zwolle-Lelystad onder ERTMS Level 2 te rijden. In de Pilot zijn locomotieven die al voorzien waren van ERTMS apparatuur, door ILT toegelaten op deze Dual Signalling baanvakken (G1206, DE6400, BR189 (varianten J en K) en BR203). Verder zijn tien Sprinter Light Train (SLT) treinstellen van NS Reizigers geschikt gemaakt om onder NS'54/ATB en onder ERTMS Level 2 regime te rijden.

Treinen die voorzien zijn van ERTMS schakelen in principe automatisch om van ATB naar ERTMS. Om te voorkomen dat naar ERTMS wordt overgeschakeld terwijl de machinist niet bevoegd was om onder ERTMS/ Dual Signalling te rijden, waren de SLT treinstellen voorzien van een extra sleutelschakelaar waarmee machinisten met ERTMS/Dual Signalling bevoegdheid de automatische inschakeling van ERTMS konden activeren.

Tenslotte zijn elf ICE3M hogesnelheidstreinstellen (ICE) die tussen Amsterdam en Frankfurt rijden, voorzien van ERTMS apparatuur en toegelaten voor het baanvak Amsterdam-Utrecht.

Deze ICE treinstellen hadden ook de mogelijkheid om de ERTMS apparatuur uit te schakelen zodat niet onbedoeld naar ERTMS werd overgeschakeld.





2.5.4 Opleiden operationeel betrokkenen

Machinisten en treindienstleiders die deelnamen aan de Pilot waren nog niet allemaal bekend met het rijden onder ERTMS Level 2 in Dual Signalling omstandigheden. Voor machinisten is, in samenwerking met de Stichting Veiligheid & Vakmanschap Railvervoer (VVRV), een ERTMS basisopleiding en een ERTMS basisexamen ontwikkeld, plus een Dual Signalling kopopleiding en examen. In de Pilot zijn, in de door de Pilot opgerichte ERTMS Academy, 233 machinisten van verschillende vervoerders opgeleid om te rijden onder Dual Signalling. De treindienstleiders hebben destijds bij de oplevering van het ERTMS Dual Signalling baanvak Amsterdam-Utrecht een opleiding gekregen, maar deze kennis nog nooit in de praktijk gebracht. Voor hen is een e-learning module ontwikkeld om de kennis op te frissen. Vijfenzestig treindienstleiders hebben deze her-instructie gekregen.

2.5.5 Stapsgewijs opbouwen van vervoersysteem onder ERTMS

Voordat in de reguliere dienstregeling met reizigers en lading onder ERTMS kon worden gereden, moest eerst het rijden onder ERTMS stap voor stap worden opgebouwd. Dit houdt in dat eerst de technische samenwerking van de systemen van trein en infrastructuur op bedrijfszekerheid is getest met treinen zonder reizigers of lading. Vervolgens zijn alle werkprocessen in de praktijk getest. Toen aangetoond was dat techniek en processen goed functioneerden, is gestart met het rijden van treinen met reizigers en lading.

2.5.6 Onderzoeksprogramma

De opdracht aan de Pilot was het opdoen van kritische kennis en inzichten tijdens het rijden onder ERTMS Level 2 in Dual Signalling omstandigheden. Om expliciet te maken welke operationele kennis en inzichten moesten worden opgedaan, heeft de Pilot de spoorsector gevraagd wat men wilde leren uit de Pilot. Dit heeft geresulteerd in 142 onderzoeksvragen, die door de Pilot zijn beantwoord. De onderzoeksvragen gingen over werkprocessen, veiligheidseffecten, verkeersmanagement, optimalisatie infrastructuur en dienstregeling, rijtijdwinst door hogere snelheid, opvolgtijden, capaciteitsbenutting, energiezuinig rijden, interoperabiliteit, human factors, opleidingen, betrouwbaarheid, infrastructuurwijzigingen, wijziging aan materieel en onderhoud van infrastructuur.

In de Pilot is de ERTMS kennis in Nederland gemobiliseerd en vergroot door een groot deel van de 142 onderzoeksvragen door Nederlandse spoorkennishouders te laten beantwoorden. De gegevens die de Pilot verzamelde tijdens het rijden van treinen onder ERTMS vormden hiervoor grotendeels de basis.

2.6 Uitvoeringfase van de Pilot

In de uitvoeringfase hebben NS, Shunter, Strukton en TX Logistik een normale dienstregeling met reizigers of lading gereden. Hierbij reden ze op het baanvak Amsterdam-Utrecht waar mogelijk onder ERTMS Level 2. Reizigers mochten geen hinder ondervinden. Omdat het Dual Signalling baanvak betreft, konden machinisten bij problemen met ERTMS eenvoudig overschakelen naar rijden onder het NS'54 regime (met ATB).

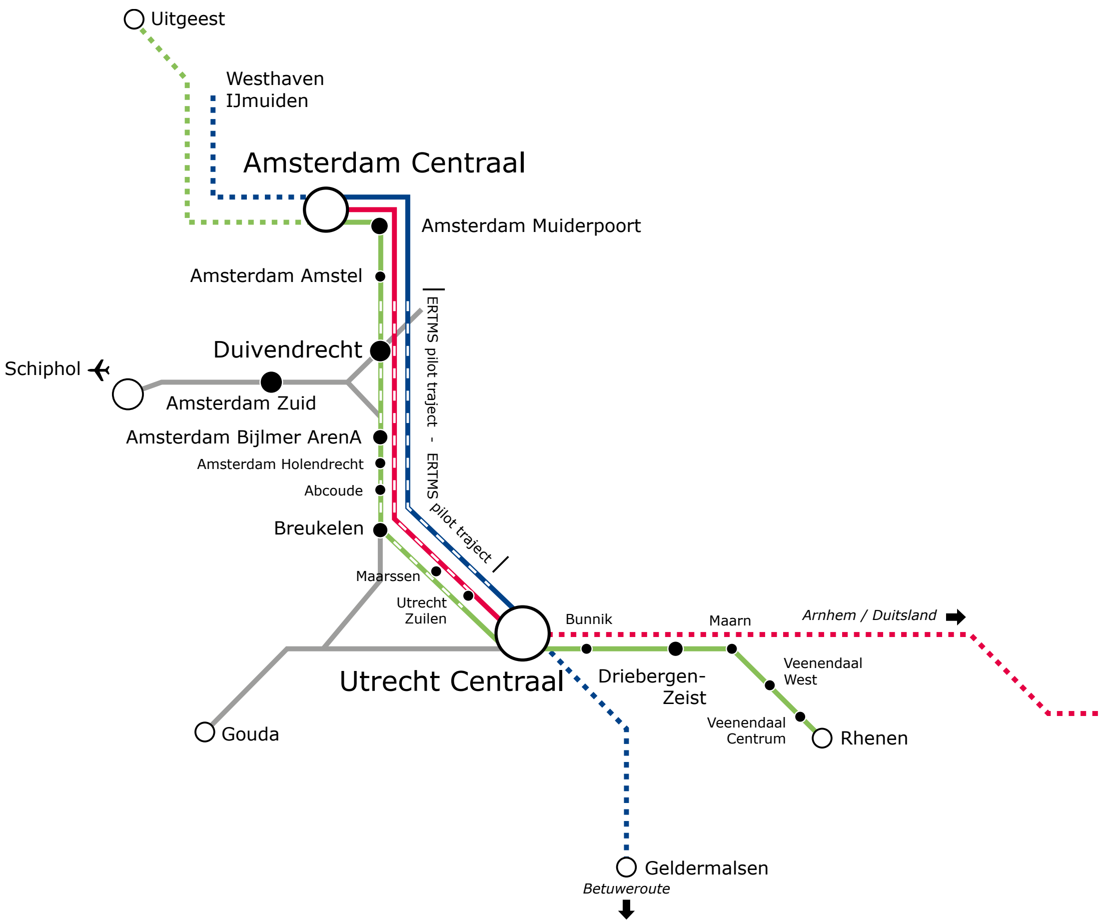
Er is gereden met de volgende materieeltypen/producten:

Reizigersvervoer:
- sprinterdienst op de lijn Rhenen-Uitgeest met Sprinter Light Train (SLT) treinstellen (tien SLT treinstellen met ERTMS aangevuld met sprintermaterieel dat niet voorzien was van ERTMS apparatuur),
- internationale intercitydienst Amsterdam-Frankfurt met de ICE treinstellen,
- City Night Line Amsterdam-Berlijn met rijtuigen die worden getrokken door een BR189 locomotief.

Goederenvervoer:
- vervoer in het kader van onderhoud (Strukton met G1206 diesellocomotieven),
- kolenvervoer Elverlingsen (Duitsland) (TX Logistik met BR189 elektrische locomotieven),
- losse locomotief (Shunter, met BR203 diesellocomotieven).

Er zijn tijdens de Pilot 7.505 ritten gereden, waarvan 5.129 ritten met lading of reizigers aan boord. De overige ritten waren in het kader van technische en operationele testen.

Figuur 2 Schematische weergave van het ERTMS baanvak Amsterdam-Utrecht waar de Pilot is uitgevoerd



Vanwege problemen in de ERTMS software van de tien SLT treinstellen is het rijden onder ERTMS met dit materieel een half jaar later gestart dan de aanvankelijk geplande begindatum van september 2013. Om met de SLT treinstellen voldoende gegevens te verzamelen en ook de klimatologische invloed van alle seizoenen van het jaar te kunnen beoordelen, is de Pilot met een half jaar verlengd. Daarmee kwam het aantal verrichte ritten grosso modo op het aantal uit als voorzien in de oorspronkelijke onderzoeksopzet.

2.7 Rapportagefase van de Pilot

In de Pilot zijn de resultaten van de ervaringen met ERTMS op het Dual Signalling baanvak Amsterdam-Utrecht vastgelegd in een groot aantal gedetailleerde rapporten. De eindrapportage is gebaseerd op alle in de pilot verkregen resultaten: de antwoorden op de 142 vragen, de issuedatabase, rapporten, memo's en evaluaties. Alle onderzoeksresultaten zijn ingevoerd in een kennisbank waarin gericht kan worden gezocht naar resultaten uit de pilot.

2.8 Spin off van de Pilot

Tijdens de Pilot is ook "spin off" ontstaan: producten die in het kader van de Pilot zijn ontstaan maar die buiten de Pilot ook waardevol zijn. Enkele voorbeelden:

ERTMS Academy
De ERTMS Academy, waar de Pilot 233 machinisten van verschillende vervoerders zijn opgeleid, wordt uitgebreid voor opleiding en examinering van machinisten voor andere ERTMS trajecten (HSL, Betuweroute). Met de ERTMS Academy is ook een expertisecentrum voor ERTMS opleidingen voor machinisten ontstaan.

Capaciteitssimulatie
In de Pilot is een aantal onderzoeksvragen door middel van berekeningen met simulatiemodellen beantwoord. Voor dat doel zijn vier simulatiemodellen van verschillende ingenieursbureaus en ProRail onderzocht. Van deze modellen zijn er voor Dual Signalling drie gevalideerd en gebruikt in de Pilot.

De drie gevalideerde modellen en de gevolgde werkwijze, zijn goed bruikbaar voor toekomstige ERTMS capaciteitsstudies en studies over energiezuinig rijden.

Buitenlandse ERTMS ervaringen
In de Pilot is, mede naar aanleiding van de onderzoeksvragen, ter verdieping van de kennis onderzocht wat de ervaringen met ERTMS en Dual Signalling zijn in een aantal representatieve Europese landen. Er is gesproken met railinfrastructuur-managers en vervoerders uit België, Denemarken, Zwitserland, Oostenrijk, Duitsland en Italië.

2.9 Kosten van de Pilot

NS en het ministerie van IenM hebben voor de activiteiten die door NS worden uitgevoerd een overeenkomst van opdracht afgesloten.

De opdrachtsom bedroeg € 29 mln., exclusief BTW.

De minister van IenM heeft in 2012 aan ProRail een subsidiebeschikking afgegeven van initieel € 4,7 mln., exclusief BTW (wordt jaarlijks geïndexeerd). Door indexering is dit budget toegenomen tot € 4,79 mln.

In de pilot zijn deze bedragen geconsolideerd tot één gezamenlijk budget van € 33,79 mln. De pilot zal naar verwachting binnen dit budget worden afgerond.

3 Algemene lessen vanuit de Pilot

De leerervaringen van de Pilot zijn opgedaan in zowel de voorbereidingsfase als in de uitvoeringsfase van de Pilot. De lessen zijn gebaseerd op de ervaringen tijdens materieelombouw en -toelating, het ontwikkelen en geven van opleidingen, issues en incidenten die zich tijdens de Pilot voortdeden en de antwoorden op de 142 onderzoeksvragen.

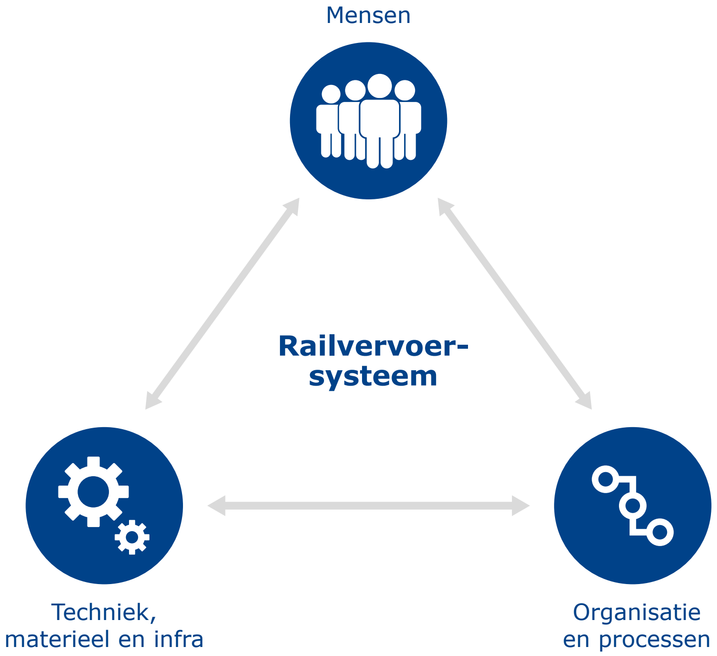
De lessen vanuit de Pilot zijn onderverdeeld in vier categorieën: Vervoersysteem, Menselijke factor, Organisatie & Processen en Techniek.

3.1 Lessen voor het Vervoersysteem

Om reizigers en lading over het spoor te kunnen vervoeren, is samenwerking tussen de volgende drie elementen essentieel:

- mensen (machinist, treindienstleider, onderhoudspersoneel van treinen en baanvakken),
- organisatie en processen (wie werken er op welke wijze samen),
- techniek (systemen in materieel en infrastructuur).

Figuur 3 Samenhang in railvervoersysteem



Samen vormen zij het railvervoersysteem. Keuzes die worden gemaakt bij één van deze drie elementen, hebben onmiddellijk gevolgen voor de overige twee. Een keuze in de technische implementatie heeft gevolgen voor operationele processen en voor de mensen die de processen uitvoeren.

Middels de Pilot hebben ProRail en vervoerders in feite een groot deel van een railvervoersysteem met Dual Signalling (ERTMS Level 2 én NS'54) geïmplementeerd op de baanvakken Amsterdam-Utrecht en Zwolle-Lelystad. Op kleine schaal is een aanpassing van het railvervoersysteem uitgevoerd zoals ook gaat gebeuren bij de landelijke uitrol van ERTMS.

Eén element van het systeem was er in het geval van de Pilot al: het baanvak. Dit was al voorzien van ERTMS. In de Pilot zijn vervolgens alle stappen gezet die nodig waren om het rijden van treinen met reizigers en lading onder ERTMS/Dual Signalling omstandigheden mogelijk te maken, en zo een compleet railvervoersysteem te creëren.

Tijdens dit proces is in de Pilot een aantal lessen geleerd over het complete railvervoersysteem.

3.1.1 Bottom-up versus top-down ontwerp

Een railvervoersysteem wordt idealiter top-down ontworpen. Het primaire proces van het systeem, het vervoeren van reizigers en lading met treinen, is daarbij het uitgangspunt. Wat moet het systeem kunnen om de gewenste wijze van reizigersvervoer en goederenvervoer te faciliteren? Maar ook: hoe kan het worden bediend en beheerd? Deze eisen staan dan centraal bij de verdere uitwerking.

Figuur 4 Ontwerpproces



Daarna volgt de technische uitvoering van het railvervoersysteem: de keuzes voor de benodigde techniek op het baanvak en in de trein en het opstellen van een gebruikershandleiding.

In de praktijk heeft de realisatie van de techniek in de infrastructuur tot nu toe (ver) vooruitgelopen ten opzichte van de overige elementen. In dat geval is de infrastructuur en de daarbij behorende gebruikershandleiding een gegeven feit. De techniek van de trein en de operationele processen van de vervoerder en verkeersleiding moeten daar dan op aansluiten. Als bij het ontwerp van de techniek in de infrastructuur over de gebruikerseisen slechts beperkte afstemming met de gebruikers (vervoerders en verkeersleiding) is geweest, kan dit er toe leiden dat met het zo ontstane vervoersysteem niet op de gewenste wijze reizigersvervoer en goederenvervoer kan plaatsvinden.

Bij het in gebruik nemen van ERTMS op het traject Amsterdam-Utrecht ten behoeve van de Pilot (in 2013) en het rijden onder ERTMS is gebleken dat een aantal suboptimale situaties zijn voorgekomen, die te maken hebben met keuzes die in het verleden zijn gemaakt.

Consequentie is bijvoorbeeld dat machinisten een andere opleiding en handboek nodig hebben voor het baanvak Amsterdam-Utrecht dan voor andere Nederlandse baanvakken met ERTMS (al dan niet in Dual Signalling). Verder mogen treinen niet worden gesplitst of gekoppeld in het ERTMS gebied van Amsterdam-Utrecht gedurende een reguliere dienst. Verder vindt de monitoring van de infrastructuur

(bij de infrastructuurbeheerder) op het baanvak apart plaats van de monitoring van het materieel (bij de vervoerders), terwijl het bij problemen voor (het herstellen van) de operatie beter zou zijn als deze monitoringinformatie op één gezamenlijke plek binnenkomt. Dergelijke situaties komen de effectiviteit van het vervoersysteem als geheel niet ten goede.

Deze situaties hebben te maken met keuzes die tijdens het ontwerp van het baanvak vanuit de bottom-up benadering zijn gemaakt: het baanvak is hoofdzakelijk ontworpen vanuit de techniek en de infrastructuur en beperkt vanuit het vervoersysteem dat trein en baan samen vormen en de prestaties die zij gezamenlijk moeten leveren. Dit komt voornamelijk doordat er ten tijde van het ontwerp van Amsterdam-Utrecht nog zeer weinig ervaring was met ERTMS in relatie tot een werkend vervoersysteem.

Gezien de genoemde situaties die in de Pilot zijn opgetreden, wordt vanuit de Pilot geconstateerd dat een (al dan niet Dual Signalling) baanvak met ERTMS zoveel mogelijk top-down moet worden bekeken en ontworpen, om de mogelijkheden van het vervoersysteem en van ERTMS zoveel mogelijk te kunnen benutten en de gebruikers(processen) centraal te stellen.

3.1.2 Systeemintegratie en systeemintegrator

Een top-down benadering bij het ontwerp van het vervoersysteem maakt het mogelijk om de verschillende elementen van het vervoersysteem in samenhang te ontwerpen en optimaal te integreren. Hierbij geldt dat systeemintegratie zich niet beperkt tot de integratie van technische deelsystemen, maar zich ook richt op het afstemmen tussen de genoemde elementen Mens-Proces-Techniek.

De integratie van de drie elementen van het vervoersysteem is een activiteit die tijdens het gehele ontwerp- en realisatieproces dient plaats te vinden. Systeemintegratie kan niet achteraf door een systeemintegrator worden aangebracht, maar moet centraal staan bij het ontwerp.

Er was, ten tijde van de aanleg van het baanvak Amsterdam-Utrecht, geen systeemintegrator aangesteld om toe te zien op een effectieve systeemintegratieactiviteit (op de elementen Mens-Proces-Techniek).

In de Pilot is op het baanvak Amsterdam-Utrecht vastgesteld dat de technische deelsystemen van baan en trein voldoende zijn geïntegreerd om een technisch werkend systeem te realiseren. Echter, de integratie van de elementen Mensen, Organisatie & Processen en Techniek is niet optimaal geweest.

3.1.3 Integrale kennis over het railvervoersysteem

In de Pilot is voor de beantwoording van de onderzoeksvragen zoveel mogelijk de ERTMS kennis in Nederland gemobiliseerd door ingenieursbureaus en andere houders van ERTMS kennis uit de spoorbranche bij de Pilot te betrekken.

Bij de beantwoording van de onderzoeksvragen bleek dat de kennishouders zich voornamelijk hebben gespecialiseerd in infrastructuurvraagstukken of in vervoerdervraagstukken.

Aan infrastructuurzijde is ruime kennis van de technische aspecten van ERTMS. Tegelijkertijd is sprake van beperkte kennis van de operationele inbedding van ERTMS in het integrale vervoersysteem. Aan de vervoerderszijde is zowel beperkte kennis van de technische aspecten van ERTMS als van de operationele inbedding in de bedrijfsvoering. Door vervoerders wordt technische kennis ingekocht bij technische adviesbureaus. Dit beeld werd onderschreven door de ervaring in de Pilot dat bij oplossen van problemen de kennis bij ProRail en de vervoerders over elkaars bedrijfsprocessen zeer beperkt bleek.

Voor het conventionele railvervoersysteem onder het NS’54/ATB regime, dat inmiddels vanaf 1963 in gebruik is, leidt het gemis van kennis van elkaars bedrijfsprocessen over het algemeen niet tot problemen. Zowel ProRail als de vervoerders hebben ruim uitontwikkelde kennis van hun eigen bedrijfsprocessen onder NS’54/ATB regime.

Voor een top-down ontwerpproces (zie 3.1.1) bij de introductie van ERTMS is het noodzakelijk om de kennis van het bestaande integrale vervoersysteem opnieuw op te bouwen. Dit vergt meer samenwerking tussen ProRail, vervoerders en onderhoudspartijen.

3.1.4 Vervoerscapaciteit

In de Pilot is met de drie gevalideerde capaciteitssimulatoren voor het baanvak Amsterdam-Utrecht geen significante verhoging van de vervoerscapaciteit gevonden door het gebruik van ERTMS op dit specifieke Dual Signalling baanvak.

Het baanvak Amsterdam-Utrecht is destijds zo ontworpen dat binnen de mogelijkheden van NS’54/ ATB in combinatie met ERTMS Level 2, de baancapaciteit optimaal is. De vervoerscapaciteit kan beperkt worden vergroot door alleen ERTMS Level 2 only te gebruiken en daar het baanvak op in te richten. De vervoerscapaciteit op het baanvak kan daarnaast beperkt worden verhoogd door de treinen sneller te laten rijden. Dit kan op dit baanvak alleen als de treinen onder ERTMS Level 2 regime rijden. De winst in de vervoerscapaciteit wordt met de huidige indeling voor een groot gedeelte teniet gedaan door de aansluitende baanvakken die een lagere baanvaksnelheid kennen (deze baanvakken hebben geen ERTMS Level 2).

Voor de Pilot is een dienstregeling gereden die is gebaseerd op een maximale snelheid[3] van 140 km/u. De reden hiervoor is dat tien omgebouwde SLT treinstellen te weinig materieel is om de gehele dienstregeling onder ERTMS regime te rijden. Om een dienstregeling te realiseren werden de SLT treinstellen die voorzien waren van ERTMS gemengd ingezet met sprintermaterieel zonder ERTMS.

Omdat onder ERTMS regime sneller kan worden gereden dan 140 km/uur, kon met de SLT treinstellen met ERTMS eventueel opgelopen vertraging worden ingehaald. Het gevolg is dat de punctualiteit van de op 140 km/u gebaseerde dienstregeling in de uitvoering toenam en dat het vervoersysteem robuuster was.

Tijdens de Pilot is waargenomen dat het wisselen van machinisten, kopmaken, splitsen/aftrappen en combineren/koppelen onder ERTMS langer duurt dan de gestelde normen. Deze toename wordt veroorzaakt doordat het onderliggende generieke ERTMS proces langer duurt, door keuzes in het operationele proces of door keuzes in de technische realisatie van de keten walapparatuur-connectiviteit-boordapparatuur. Deze toename van de procestijden hebben een afname van de vervoerscapaciteit als gevolg. Er is echter nog ruimte om dit te verbeteren door slimmere implementatiekeuzes te maken.

Door de mogelijkheid om onder ERTMS regime met snelheden tot 160 km/u te rijden in combinatie met langzamer rijdend verkeer onder NS’54 regime, ontstaat een minder homogeen verkeersaanbod. De afname van de homogeniteit van het verkeersaanbod lijkt een negatieve impact op de vervoerscapaciteit te hebben.

Uit de genoemde situaties die in de Pilot zijn opgetreden op het baanvak Amsterdam-Utrecht blijkt dat Dual Signalling in dit geval geen grote invloed had op de vervoerscapaciteit. Voor dit specifieke baanvak Amsterdam-Utrecht geldt dat ERTMS Level 2 niet leidt tot capaciteitsverhoging. Dit resultaat kan niet één-op-één worden vertaald naar andere baanvakken.

3.1.5 Energiezuinig rijden

Uit de Pilot blijkt dat ERTMS een aantal eigenschappen heeft die het energieverbruik kunnen beïnvloeden. Enerzijds focust het toegestane snelheidsprofiel, dat op het scherm van de machinist getoond wordt, primair op veiligheid en niet op energiezuinig rijden. Anderzijds geeft ERTMS op het scherm in de cabine een beter zicht op het verloop van de rit waardoor de machinist energiezuiniger kan rijden. Het energieverbruik is ook onder ERTMS (net als onder ATB/NS’54) nauw gerelateerd aan het rijgedrag van de machinist.

In de Pilot blijkt dat bij de SLT treinstellen die reden onder ERTMS, het energieverbruik toenam. Belangrijkste oorzaak hiervan is dat ERTMS het mogelijk maakt om harder te rijden dan 140 km/uur, wat een ongunstig effect heeft op het gebruik van energie. Ook is waargenomen dat machinisten op de SLT die nog weinig ervaring hebben met ERTMS minder op het energieverbruik letten. Waarschijnlijk komt dit bewustzijn terug bij het opdoen van meer ervaring.

Bij de ICE is er wat betreft energieverbruik geen noemenswaardig verschil gemeten tussen rijden onder ERTMS regime en NS’54/ATB regime.

3 In plansysteem Donna kan niet met een hogere snelheid worden gerekend; planwaarde voor snelheden van meer dan 140 km/u moeten handmatig worden ingevoerd.

3.1.6 Impact op bestaande systemen

Nederland beschikt over een goed en veilig functionerend railvervoersysteem, waarbij vanaf 1963 overwegend gebruik wordt gemaakt van het NS'54 seinstelsel en van ATB Eerste Generatie (in combinatie met ATB Verbeterde Versie) en ATB Nieuwe Generatie treinbeveiligingssystemen. In het afgelopen decennium is ERTMS aangelegd op de Betuweroute (inclusief baanvak Zevenaar-grens), de HSL-Zuid, Kijfhoek, het baanvak Amsterdam-Utrecht en het baanvak Zwolle-Lelystad.

Het introduceren van ERTMS heeft impact op het bestaande vervoersysteem. Er moet daarom worden vastgesteld wat de impact is van de 'nieuwe onderdelen' op het bestaande vervoersysteem. In de Pilot is een aantal voorbeelden gevonden waaruit blijkt dat deze impact niet voldoende was onderzocht. De focus was alleen gelegd op het 'nieuwe' en niet op het bestaande.

Een voorbeeld hiervan is dat het remmen onder een ERTMS regime aanvullende eisen stelt aan het remsysteem van het materieel. Dit is tijdens de toelating van de aangepaste SLT treinstellen onvoldoende belicht, waardoor een potentieel gevaarlijke situatie bij een overbeladen trein kan ontstaan. Ook geldt dat bij de omgebouwde SLT treinstellen tijdens het testen vooral gekeken is naar de toegevoegde ERTMS functionaliteit en beperkt naar de impact op het rijden van de treinstellen als 'gewone ATB trein', met als gevolg dat niet werd opgemerkt dat bij de inzet van de SLT treinstellen als 'gewone ATB trein' het voorkwam dat de ATB installatie niet goed functioneerde. De problemen zijn tijdens de Pilot afdoende opgelost door inzet van extra mensen en procedures, waardoor de SLT treinstellen weer konden rijden.

Een voorbeeld uit de infrastructuur is dat voor het later gerealiseerde Dual Signalling baanvak Zwolle-Lelystad is gekozen voor het meenemen van de inmiddels opgedane lessen in de gebruikersprocessen. Hierdoor is een verschil ontstaan ten opzichte van het baanvak Amsterdam-Utrecht. Er is onvoldoende gekeken wat dit betekent voor de machinist. Machinisten moeten hierdoor bij technische storingen op de twee Dual Signalling baanvakken verschillende storingsafhandelingsscenario's uitvoeren.

3.1.7 Nieuwe mogelijkheden door introductie van ERTMS

Met de introductie van ERTMS komt, ten opzichte van NS'54/ATB, extra functionaliteit en informatie beschikbaar die kan worden gebruikt om de operatie (be- en bijsturing) en het beheer van het vervoersysteem te optimaliseren. ProRail en de vervoerders maken van deze extra mogelijkheden, op dit moment, beperkt gebruik. Dit geldt voor alle ERTMS baanvakken in Nederland.

Op verkeersmanagementniveau zou een verkeersleider bijvoorbeeld kunnen worden ondersteund door (beslissingsondersteunende) systemen die be- en bijsturingvoorstellen doen op basis van accurate en actuele informatie uit de ERTMS-(trein)systemen. Op deze wijze kan al in een vroeg stadium worden geanticipeerd op dreigende vertragingen en verstoringen. Bovendien kan bij grote verstoringen het herstellen van de normale dienstregelingen worden versneld.

Een ander voorbeeld is dat de treindienstleider met ERTMS sneller kan inspelen op actuele situaties, zoals het per direct invoeren van tijdelijke snelheidsbeperkingen. Dergelijke mogelijkheden worden op de Nederlandse ERTMS baanvakken nog niet toegepast.

Een ander voorbeeld is dat onderhoudsbedrijven van ERTMS in de infrastructuur gebruik zouden kunnen gaan maken van ERTMS informatie uit treinen van vervoerders en vice versa. Te denken valt bijvoorbeeld aan de detectie van defecte ERTMS bakens in het spoor door treinen. De informatie uit de treinen van vervoerders levert een zeer actueel en precies beeld van de onderhoudstoestand van de infrastructuur waarmee de betrouwbaarheid efficiënt en effectief kan worden verbeterd.

3.1.8 Nederlandse ERTMS in een Europese context

ERTMS is een Europees systeem en moet daarom in de Europese context worden gezien. Een belangrijke doelstelling van ERTMS is internationale interoperabiliteit, waarbij men met één trein op basis van hetzelfde treinbeveiligingssysteem over alle ERTMS trajecten van Europa kan rijden. Dit impliceert dat op vele aspecten internationaal afspraken gemaakt moeten zijn om dit mogelijk te maken.

Een observatie van de Pilot was dat in Europese context wordt beslist welke functionaliteit ERTMS precies heeft (het versiebeheer). Nederland, en in mindere mate ProRail en vervoerders, heeft daar beperkte invloed op, terwijl het Nederlandse railvervoersysteem blijvend moet aansluiten op de Europese context. Deze Europese afhankelijkheid stelt hoge eisen aan het configuratiemanagement van het railvervoersysteem

binnen Nederland. In de Pilot is vastgesteld dat ProRail en NS goed zijn aangesloten bij het internationale proces. De andere vervoerders zijn beperkt tot niet betrokken. Het niet goed zijn aangesloten op het internationale proces leidt tot het onvoldoende kunnen anticiperen op ontwikkelingen.

3.1.9 Reizigersbeleving

In de Pilot is geen gericht onderzoek gedaan naar de beleving van de reiziger tijdens het proefbedrijf van de Pilot. Het is wel mogelijk de gevolgen van de Pilot voor reizigers aan te geven.

Geen incidenten
De Pilot is zonder voor reizigers merkbare incidenten verlopen.

Herkenbaarheid en bekendheid
Eén SLT treinstel werd ingezet voor testdoeleinden, deze was voorzien van raamstickers waarop stond dat de trein voor ERTMS testdoeleinden werd ingezet. Negen SLT treinstellen waren aan beide kopeinden van het treinstel voorzien van een bescheiden sticker met het logo van de Pilot. Hierdoor zal een incidentele reiziger hebben geweten dat zij in een trein met ERTMS reden.

De ICE en de City Night Line waren voor reizigers niet herkenbaar als treinen die waren voorzien van ERTMS. Reizigers die gebruik hebben gemaakt van de ICE en de City Night Line wisten hoogstwaarschijnlijk niet dat de trein waarin ze zaten onder ERTMS reed.

Dienstregeling
Er is geen specifieke ERTMS dienstregeling ontwikkeld. De bestaande dienstregeling (gebaseerd op een maximum snelheid van 140 km/uur) is uitgevoerd, waarbij met de tien SLT treinstellen, de elf ICE treinstellen en de City Night Line, waar mogelijk, onder ERTMS Level 2 is gereden in plaats van onder NS'54. Wanneer een omgebouwde SLT met een gecertificeerde machinist op het baanvak kwam, kon deze onder ERTMS rijden. De reistijd tussen Amsterdam en Utrecht (vice versa) is daarmee niet gewijzigd.

Hogere snelheid
Omdat de gewone dienstregeling is uitgevoerd hoefde alleen met een hogere snelheid te worden gereden indien er vertraging moest worden ingelopen. Voor de reiziger is dat uiteraard gunstig. Het kwam ook voor dat er sneller werd gereden dan 140 km/uur terwijl er geen sprake was van vertraging. Hierdoor kwam de trein te vroeg aan in Utrecht of Amsterdam en moest deze bij de ingang van het station wachten totdat het perron vrij was. Reizigers kunnen dit als onprettig ervaren.

Rijden met een hogere snelheid leidde tot minder comfort voor de reiziger door meer schokken en zijwaartse bewegingen. Dit werd veroorzaakt door oneffenheden in de baan in combinatie met het veersysteem van de trein. Daarom is aanvankelijk met name met de ICE niet harder gereden dan 140 km/u.



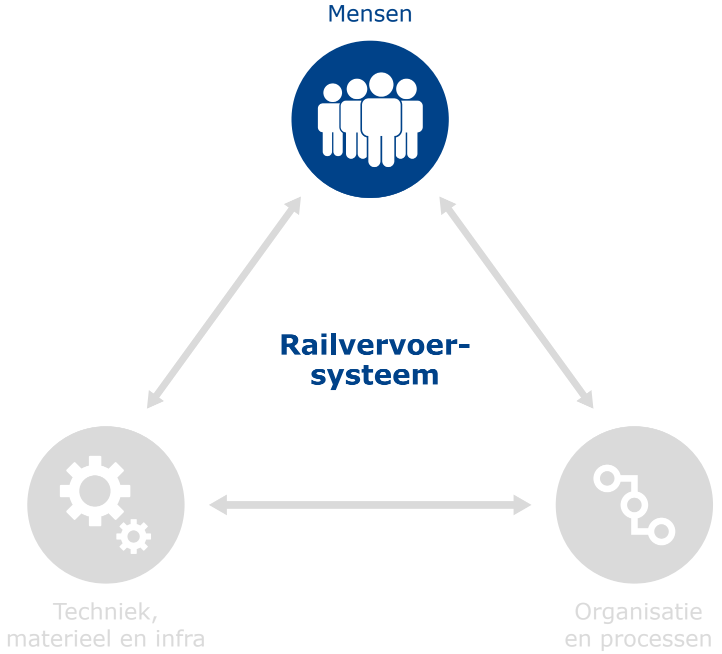
Beschikbaarheid
Door problemen in de ERTMS software van de 10 SLT treinstellen waren er geruime tijd minder SLT treinstellen, en daardoor minder zitplaatsen beschikbaar. Hierdoor werd het drukker in andere treinen in Nederland.

In de Pilot is geconstateerd dat de hoeveelheid beschikbaar materieel krap is, waardoor technische problemen korte of lange tijd impact kunnen hebben op de totale beschikbare treinenvloot.

3.2 Lessen voor de Menselijke factor

In de Pilot is onderzocht wat voor effect ERTMS heeft op de mensen in de spoorsector die ermee werken: treindienstleiders, machinisten en onderhoudspersoneel van infrastructuur en materieel

Figuur 5 De mens in het railvervoersysteem



3.2.1 Treindienstleiders

Bij de introductie van ERTMS in Nederland is er voor gekozen om de systemen waarmee de treindienstleiders werken nauwelijks aan te passen. De keuze is gebaseerd op het handhaven van uniforme werkwijzen in de operationele organisatie. Voor de treindienstleiders is het afhandelen van ERTMS ritten niet moeilijk te leren. De werkbelasting voor treindienstleiders is niet of nauwelijks veranderd. Met ERTMS-only is de werkbelasting echter enigszins hoger dan in de situatie met NS’54/ATB-only of Dual Signalling. Dit komt doordat voor storingsafhandeling meer acties nodig zijn. De kans op het maken van fouten bij Dual Signalling is groter.

Een treindienstleider kan niet zien of een trein op een Dual Signalling baanvak in Nederland onder ERTMS Level 2 regime of onder NS’54/ATB regime rijdt. Dat heeft te maken met de keuzes die hiervoor in het verleden zijn gemaakt. In de Pilot is vastgesteld dat dit bij de afhandeling van storingen tot verwarring tussen treindienstleiders en machinisten leidt. Omdat een treindienstleider niet kan zien of een trein op een Dual Signalling baanvak onder ERTMS Level 2 regime of onder NS’54/ATB regime rijdt is ook de toegestane snelheid van de trein voor de treindienstleider niet duidelijk. Tevens is in de Pilot vastgesteld dat wanneer treindienstleiders een tijd niet met ERTMS te maken krijgen, dit leidt tot het wegvloeien van ERTMS kennis en vaardigheden en dat het besef dat op het baanvak sneller dan 140 km/uur kan worden gereden afneemt. In de Pilot is aan deze aspecten extra aandacht besteed, zodat de treindienstleiders hun werkzaamheden goed konden uitvoeren.

3.2.2 Machinisten

Het rijden onder ERTMS is voor de meeste machinisten goed te leren. Het is lastig dat machinisten, door de verschillende implementaties van ERTMS in Nederland, per baanvak nuanceverschillen bij de afhandeling van verschillende storingen moeten leren. Het lukt machinisten deze nuanceverschillen voor de korte duur te

leren. Echter de kennis beklijft matig en als er een tijd niet onder ERTMS gereden wordt vloeien de ERTMS kennis en vaardigheden van de machinist weg.

Vanaf 8 december 2014 kan op het grensbaanvak Zevenaar-Emmerik uitsluitend onder ERTMS Level 2 worden gereden, het ligt dan voor de hand dat de ICE ook op het baanvak Amsterdam-Utrecht onder ERTMS Level 2 wordt gereden. Op het baanvak Amsterdam-Utrecht is na 8 december 2014 door de ICE in 3% van de ritten niet onder ERTMS Level 2 gereden.

Voor de SLT treinstellen geldt dat in ruim 80% van de keren dat het kon, ook onder ERTMS Level 2 werd gereden. In de overige 20% werd niet onder ERTMS Level 2 gereden vanwege diverse oorzaken waaronder technische storingen in de treinapparatuur, door problemen met de GSM-R verbinding of door bedieningsfouten. Voor de SLT treinstellen geldt dat het voorkwam dat er bij wisseling van machinist er geen tijd was om het treinstel om te schakelen naar ERTMS. Uit interviews met machinisten komt echter ook naar voren dat machinisten er soms voor kozen om niet onder ERTMS regime te rijden omdat men zich daar onzeker bij voelde.

Goederenmaterieel heeft geen mogelijkheid om de ERTMS functionaliteit uit te schakelen en maakt altijd de overgang naar ERTMS Level 2. Goederenvervoerders die aan de pilot deelnamen hebben op het baanvak Amsterdam-Utrecht uitsluitend onder ERTMS Level 2 regime gereden.

De introductie van ERTMS betekent voor machinisten op sommige punten een lagere werkbelasting dan onder NS’54, bijvoorbeeld bij slecht zicht (mist). De werkbelasting neemt toe op het moment dat er een transitie (van ATB naar ERTMS en vice versa) wordt gemaakt, maar is laag als op het traject tussen de transities onder ERTMS Level 2 regime wordt gereden.

ERTMS vergt wel van de machinist andere vaardigheden dan het rijden onder NS’54/ATB regime. De machinist wordt meer bedienaar van een computersysteem, bijvoorbeeld doordat hij moet rijden op basis van beeldscherminformatie en ook bij het invoeren van gegevens. ERTMS is voor een aantal machinisten lastig door de complexere storingsafhandeling, de Engelse terminologie en het verwerken van beeldscherminformatie. Deze aspecten droegen ertoe bij dat het slagingspercentage van machinisten van NS Reizigers voor ERTMS/Dual Signalling examen 85% was. De machinisten van NS International (ICE) en goederenvervoerders zijn allen geslaagd. Hierbij speelt een rol dat deze machinisten gewend zijn om met meerdere seinstelsels en beveiligingssystemen te werken.

3.2.3 Onderhoudspersoneel railinfrastructuur en materieel

In de Pilot was beheer en onderhoud van de railinfrastructuur en materieel niet wezenlijk anders door ERTMS. Dit komt omdat in Nederland vooralsnog voor beide de keuze is gemaakt om geen gebruik te maken van de extra mogelijkheden die ERTMS biedt. Voor de infrastructuur is de keuze gemaakt om de ERTMS apparatuur deels te laten onderhouden door de leverancier van de ERTMS systemen.

Daarnaast is er in de Pilot voor materieel (SLT) de keuze gemaakt om de ERTMS apparatuur hoofdzakelijk te laten onderhouden door de leveranciers waardoor geen extra technische kennis bij het onderhoudspersoneel noodzakelijk was.

De werkbelasting van eerstelijns onderhoudspersoneel van zowel infrastructuur als materieel is iets hoger bij Dual Signalling dan bij ATB-only of ERTMS-only. Dit komt omdat er rekening gehouden moet worden met extra componenten.

3.2.4 Innovatie vergt ander management

De introductie van ERTMS in de spoorsector heeft een sterk innovatief karakter met een grote ICT component. Dit stelt andere eisen aan projectmanagement, risicomanagement en requirementmanagement. Door de Pilot is dit aspect onderschat, waardoor door de Pilot verkeerde keuzes bij de ontsluiting en verwerking van data ten behoeve van de monitoring op het baanvak zijn gemaakt.

3.2.5 Overig

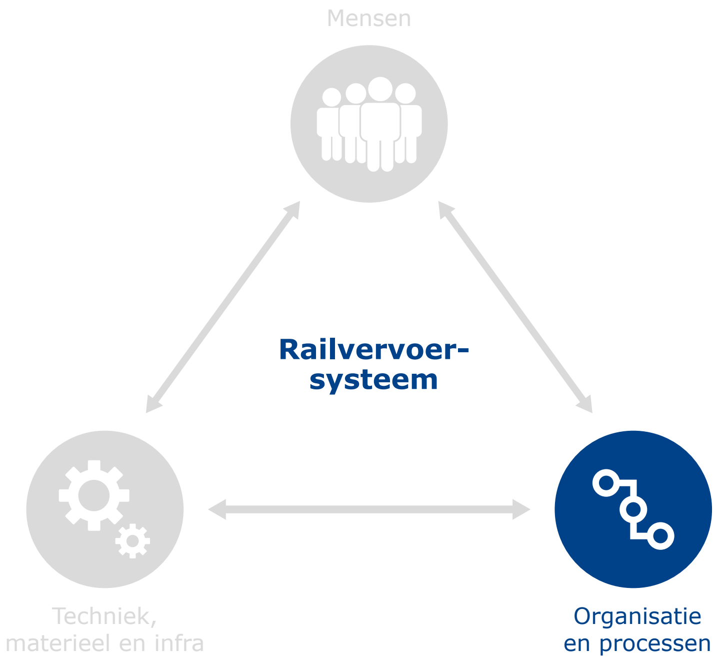
In de Pilot gold dat be- en bijsturing van het vervoersproces niet wezenlijk anders is door ERTMS. Dit komt omdat in Nederland vooralsnog de keuze is gemaakt geen gebruik te maken van de extra mogelijkheden van ERTMS.

De planvorming (het ontwikkelen van de dienstregeling van het spoor) wordt niet wezenlijk anders door de introductie van ERTMS, systemen moeten wel aangepast worden om rekening te houden met de karakteristieken van ERTMS.

3.3 Lessen betreffende Organisatie en Processen van het vervoersysteem

Het railvervoersysteem kan alleen goed en veilig functioneren als er over de werkwijzen sluitende afspraken zijn gemaakt: welke partij voert welke activiteiten uit en hoe zijn die afspraken vastgelegd in processen. De werkwijzen die in de processen staan beschreven worden uitgevoerd door de verschillende organisaties die samen het vervoersproces realiseren: ProRail, vervoerders en onderhoudspartijen.

Figuur 6 Organisatie en processen in het railvervoersysteem



In de Pilot zijn de processen die nodig zijn om onder ERTMS in Dual Signalling omstandigheden te kunnen rijden onderzocht op hanteerbaarheid, in hoeverre ze opgevolgd werden, consistentie, effectiviteit, efficiëntie en veiligheid. Op deze wijze is inzicht verkregen in de werkbaarheid van operationele processen rond ERTMS in het vervoersysteem.

Behalve onderzoek naar Operationele Processen is ook onderzoek gedaan naar overkoepelende processen. Dit zijn bijvoorbeeld de processen die nodig zijn om aanpassingen en wijzigingen van het vervoersproces mogelijk te maken of om tekortkomingen weg te nemen. In de Pilot is waargenomen hoe de organisaties binnen de spoorsector met elkaar omgaan.

3.3.1 Operationele processen

De meeste operationele processen werden gedurende het proefbedrijf (commerciële ritten) normaal opgevolgd. Ze bleken hanteerbaar, effectief, efficiënt en veilig. Dit betreft voornamelijk de processen die vaak worden toegepast.

Een beperkt aantal operationele processen werd niet altijd opgevolgd, als onlogisch ervaren of als niet hanteerbaar beoordeeld. Het ging voornamelijk om operationele processen die in storingssituaties moeten worden uitgevoerd en die per baanvak verschillen door keuzes in de technische implementaties van de ERTMS baanvakken in Nederland. Deze storingssituaties komen niet vaak voor, dus is het lastig om ervaring op te bouwen met de uitvoering van deze operationele processen.

3.3.2 Overkoepelende processen

Over het algemeen functioneert het railvervoersysteem in Nederland goed. Processen van infrastructuur en vervoerders sluiten doorgaans goed op elkaar aan. Tijdens de Pilot is echter gebleken dat een aantal overkoepelende processen, die ervoor moeten zorgen dat de infrastructuur en vervoerdersprocessen optimaal op elkaar blijven aansluiten, kunnen worden verbeterd of ontbreken.

Een voorbeeld daarvan is een effectief proces om gebruikersprocessen tussen ProRail en vervoerders af te stemmen of te wijzigen. ProRail heeft NS destijds bij het ontwerp van het baanvak Amsterdam-Utrecht geconsulteerd. NS was hierbij echter geen volwaardige gesprekspartner omdat zij niet voldoende kennis van ERTMS had. Als gevolg hiervan zijn de werkprocessen voor een machinist soms onlogisch of worden ze als moeilijk uitvoerbaar ervaren. Omdat de gebruiksprocessen zijn ingebed in de technische systemen van de infrastructuur kan een voor de machinist onlogisch werkproces achteraf niet snel worden aangepast

Een ander voorbeeld van een ontbrekend proces is dat bij een potentieel gevaarlijke situatie (bij een kleine verzakking in het spoor, waarbij de consequenties voor de treinen onder ERTMS niet voldoende werden overzien) niet direct in de operationele processen van ProRail en NS kon worden ingegrepen, omdat er geen escalatieproces is ingericht.

In de Pilot is verder vastgesteld dat er verbetering mogelijk is in het proces dat borgt dat veiligheidsmanagementsystemen van ProRail en vervoerders op elkaar aansluiten. Er ontbreekt een platform waar de safetymanagers van ProRail en vervoerders hierover in overleg kunnen treden, deze gesprekken zijn nu ad hoc.

Ook met andere partijen is er sprake van ontbrekende processen. Zo is er bijvoorbeeld geen proces waarmee wijzigingen in gebruikersprocessen door ProRail worden gecommuniceerd richting onderwijsinstanties en de VVRV (ten behoeve van examens). Formeel heeft ProRail daar geen rol in. Het gevolg is dat er verschil kan ontstaan tussen de werkelijke situatie op het spoor en wat machinisten tijdens de opleidingen en examens leren.

Het ontbreken van een aantal overkoepelende processen is niet specifiek voor de Pilot en in lijn met de EU regelgeving. Ook in de vervoerspraktijk onder NS’54/ATB regime ontbreken deze processen. De kaders voor het vervoerssysteem en meest belangrijke processen zijn vastgelegd in de Spoorwegwet en onderliggende regelgeving. Echter, bij het maken van een systeemsprong zoals bij het invoeren van ERTMS is extra aandacht voor fouten en potentieel onveilige situaties nodig. Met optimalere afstemming kunnen fouten en daarmee onveilige situaties worden voorkomen tijdens het ontwerp, het aanpassen, het gebruik en het onderhouden van het vervoersysteem.

3.3.3 Perceptie van processen

Voor een aantal (overkoepelende) processen heeft de Pilot vastgesteld dat de perceptie van de doelstelling van de processen bij diverse partijen verschillend, en in een aantal gevallen zelfs onjuist is.

Tijdens de Pilot is bijvoorbeeld geconstateerd dat de doelstelling van ERTMS keymanagement[4] door vervoerders en materieelbeheerders verschillend wordt begrepen. ERTMS keymanagement is bedoeld voor de authenticatie van een trein (technisch veilige communicatie tussen baan en trein). Echter door vervoerders en materieelbeheerders wordt het gezien als een middel om de toelating van materieel op een baanvak te regelen. Het gevolg is dat een trein die niet is toegelaten om op een baanvak onder ERTMS te rijden, wel verbinding kan maken en kan overgaan naar ERTMS Level 2 regime. Deze situatie is tijdens de Pilot voorgekomen.

De vervoerder en materieelbeheerder moeten dus in de eigen werkprocessen regelen dat materieel alleen wordt ingezet op infrastructuur waarvoor dat materieel is toegelaten. Dit is overigens niet specifiek voor ERTMS.

4 ERTMS keymanagement is het proces waarmee door ProRail ERTMS authenticatiesleutels worden uitgegeven aan vervoerders/materieelbeheerders om in de trein te installeren. Met een authenticatiesleutel maakt de trein zich bekend en wordt de identiteit van de trein gecontroleerd.

Ook de perceptie met betrekking tot de doelstelling van de ProRail richtlijn RLN00295 verschilt. Deze richtlijn wordt gebruikt om te toetsen of de ERTMS apparatuur van de trein en de infrastructuur veilig samenwerken en faciliteert de onderbouwing voor de toelating van materieel. Veilige baan-treinintegratie is één van de voorwaarden voor toelating van materieel. Het voldoen aan de richtlijn betekent echter niet dat de aanvrager (materieelleverancier, materieelbeheerder of vervoerder) volledig invulling heeft gegeven aan de verantwoordelijkheid die hij heeft voor de veilige inzet van materieel. De aanvrager heeft dit beeld echter soms wel.

Door onduidelijkheden over de doelstellingen van processen kunnen er verkeerde percepties leven en kunnen partijen denken dat op andere plaatsen toetsing plaats vindt, dan daadwerkelijk gebeurt. Hierdoor kunnen toetsen ontbreken en daarmee onveilige situaties ontstaan. Dit kan worden voorkomen door hier rekening mee te houden bij het ontwerp van de processen en door goede voorlichting.

3.3.4 Beschrijving processen

Vervoerders dienen de gebruikersprocessen die door ProRail voor het gebruik van ERTMS (eventueel in Dual Signalling omstandigheden) op de infrastructuur zijn opgesteld, samen met de Europese regelgeving (onder andere TSI OPE[5]) te verwerken in regelgeving voor hun machinisten (handboek machinist). In de Pilot is gebleken dat de gebruikersprocessen in samenhang met de Europese regels, door verschillende interpretaties, kunnen leiden tot verschillende regelgeving voor machinisten. Het gevolg is dat de treindienstleider wordt geconfronteerd met machinisten (van verschillende vervoerders) die verschillende handboeken en dus verschillende werkwijzen hebben. Mutatis mutandis worden machinisten die rijden voor verschillende vervoerders geconfronteerd met verschillende handboeken. Daarnaast kunnen, omdat er geen toets op zit, werkwijzen van machinisten in combinatie met de werkwijze van de treindienstleiders tot verstoring leiden.

De gebruikersprocessen voor ERTMS zijn opgesteld als toevoegingen op de NS’54/ATB processen. Ze zijn niet optimaal geïncorporeerd in de NS’54/ATB processen waardoor er onduidelijkheid bestaat en wat leidt tot onlogische handelingen, bijvoorbeeld bij de procedure voor tijdelijke snelheidsbeperkingen.

Het was voor alle bij de Pilot betrokken vervoerders met de bij hen aanwezige kennis en capaciteit niet mogelijk om de gebruikersprocessen (bestaande uit ongeveer 200 pagina’s) eenduidig en compleet te verwerken in voor machinisten uitvoerbare bedrijfsvoorschriften. Voorwaarde hierbij is dat die om praktische redenen niet meer dan tien pagina’s lang mag zijn om het uitvoerbaar te houden voor de machinist.

3.3.5 Veiligheidsverantwoordelijkheid

Alle organisaties en organisatieonderdelen die betrokken waren bij de Pilot hadden een groot verantwoordelijkheidsgevoel voor de veiligheid van de processen die zij onder hun hoede hadden. Het verantwoordelijkheidsgevoel strekte echter niet over het integrale vervoersysteem.

Een voorbeeld tijdens de Pilot is een niet goed gevolgd proces voor een tijdelijke snelheidsbeperking, welke lastig corrigeerbaar bleek te zijn. Het gevolg was dat een trein met te hoge snelheid[6] een kleine verzakking in het spoor kon passeren.

Een ander voorbeeld uit de Pilot is dat ProRail voorafgaand aan de Pilot had besloten dat er niet met hogere snelheden dan 140km/u perrons op het baanvak Amsterdam-Utrecht mogen worden gepasseerd. Dit bleek niet geborgd in de bedrijfsvoering. Het gevolg was dat een trein onder ERTMS regime tijdens een testrit met te hoge snelheid een perron heeft gepasseerd (ondanks dat in de trein bekend was dat dat niet mocht). Nadat dit is gebeurd is door ProRail (met een tijdelijke snelheidsbeperking in ERTMS) de maximale snelheid langs het perron verlaagd.

De Europees voorgeschreven Common Safety Method (CSM) beoogt een integrale benadering van de veiligheid van het gehele vervoersysteem. De CSM richt zich op de samenwerking tussen de partijen in de spoorsector.

5 TSI staat voor Technische Specificaties voor Interoperabiliteit. Dit zijn technische voorschriften van de Europese Unie ten behoeven van Interoperabiliteit op het Europese spoorwegnet.

6 Er mocht niet harder dan 140 km/u per uur gereden worden

3.3.6 Afstand tussen gebruikers en techniek

Binnen ProRail en vervoerders was er een grote afstand tussen gebruikers (machinisten, treindienstleiders) en afdelingen die verantwoordelijk zijn voor de techniek (materieelmanagement en de afdeling assetmanagement van ProRail). De implementatie van de eerste ERTMS toepassingen binnen deze bedrijven (baanvakken bouwen, treinen (om)bouwen) was techniek gedreven; de impact op de gebruiker werd niet altijd optimaal meegenomen.

De kennis van ERTMS bij medewerkers van technische afdelingen is bij ProRail goed doch bij vervoerders beperkt. Kennis van ERTMS op operationeel niveau is beperkt en komt voort uit de consequenties van de techniek. Voorbeelden zijn dat het op Amsterdam-Utrecht niet toegestaan is om treinen te splitsen of te combineren onder ERTMS regime. Dit is een operationele consequentie van keuzes die in techniek zijn gemaakt maar onwenselijk voor vervoerders. Een ander voorbeeld is dat er momenteel zes verschillende ERTMS implementaties zijn in Nederland, waarmee de gebruikers geconfronteerd worden met zes verschillende sets van operationele procedures om ERTMS te kunnen rijden in Nederland. De machinisten die zijn opgeleid door de Pilot gaven aan dit als erg lastig te ervaren.

Een laatste voorbeeld is dat er bij het opstarten van de trein onder ERTMS regime voor de machinist onlogische handelingen (niet passend bij de huidige praktijk) verricht moeten worden om een (toenmalig) probleem in de techniek op te lossen.

3.3.7 Wetgeving over Dual Signalling

Volgens een aantal gebruikers (vervoerders en verkeersleiding) hinkt de wetgeving wat betreft Dual Signalling op twee gedachten. Dit heeft tot discussie geleid bij de start van de Pilot.

Op Dual Signalling baanvakken moeten machinisten, op basis van de Ministeriële Regeling Spoorverkeer, zowel de ERTMS cabineseingeving als een aantal baanseinen (waaronder “rood”) opvolgen. Gele lichtseinen hoeven niet te worden opgevolgd[7]. In tegenstelling tot een NS’54 baanvak waar de gele lichtseinen wel moeten worden opgevolgd. Dit verschil geeft bij de overgang van Dual Signalling naar NS’54 baanvakken (en terug) verwarring over de geldigheid van seinen.

Bij Dual Signalling geldt dat als er een rood sein langs de baan voorkomt de ERTMS seinen in de cabine dezelfde informatie geeft. Echter, het is in de Pilot bij een testrit éénmaal voorgekomen dat de seingeving langs de baan en in de cabine door een technische storing tegenstrijdig was[8]. Voor een machinist is dit verwarrend en kan het leiden tot een STS passage (een zogenaamde “technische STS”) terwijl hij op grond van de cabineseingeving van ERTMS mocht doorrijden.

Machinisten ervoeren dit aanvankelijk als problematisch en werden, vanwege de mogelijke STS passage, onzeker over de eventuele strafrechtelijke en bestuursrechtelijke consequenties. Deze onzekerheid kon door de handhavende partijen (ILT en Openbaar Ministerie) niet worden weggenomen.

Door één vervoerder is deze regelgeving aanvankelijk zodanig geïnterpreteerd dat er tijdens een rit onder Dual Signalling twee machinisten in de cabine aanwezig moeten zijn: één machinist om de cabineseinen waar te nemen en één machinist om de seinen langs de baan waar te nemen. De overige vervoerders interpreteerden deze regelgeving anders en zagen geen noodzaak om met twee machinisten in de cabine rijden.

Uiteindelijk bleek dat het rijden in Dual Signalling omstandigheden, waar zowel een aantal baanseinen als cabineseinen moeten worden gevolgd, in de praktijk niet tot problemen heeft geleid. Ook heeft zich geen situatie meer voorgedaan waarbij sprake was van tegenstrijdige seingeving tussen de buitenseinen en de ERTMS cabineseinen.

7 Op ERTMS only baanvakken bestaat overigens een vergelijkbare situatie bij de transitie terug naar STM-ATB: bij nadering van het eerste conventionele lichtsein moet de ETCS cabineseingeving worden opgevolgd, maar bij passage ook het seinbeeld van het lichtsein.

8 Deze tegenstrijdigheid tussen baan- en cabinesein werd veroorzaakt door een technische storing. Overigens leidde deze storing door het fail-safe ontwerp niet tot een onveilige situatie.

3.3.8 Remcurves

De huidige wetgeving is wat betreft remtabellen, geënt op NS'54/ATB seinstelsel/treinbeveiliging. Deze wetgeving geldt bewust ook voor treinen die onder ERTMS regime rijden. Bij de SLT treinstellen heeft dit er toe geleid dat, hoewel het materieel wel is toegelaten om met 160km/u te rijden, de vierwagentreinstellen vanwege de in de wetgeving opgenomen remtabel, ook onder ERTMS niet harder mochten rijden dan 155 km/u.

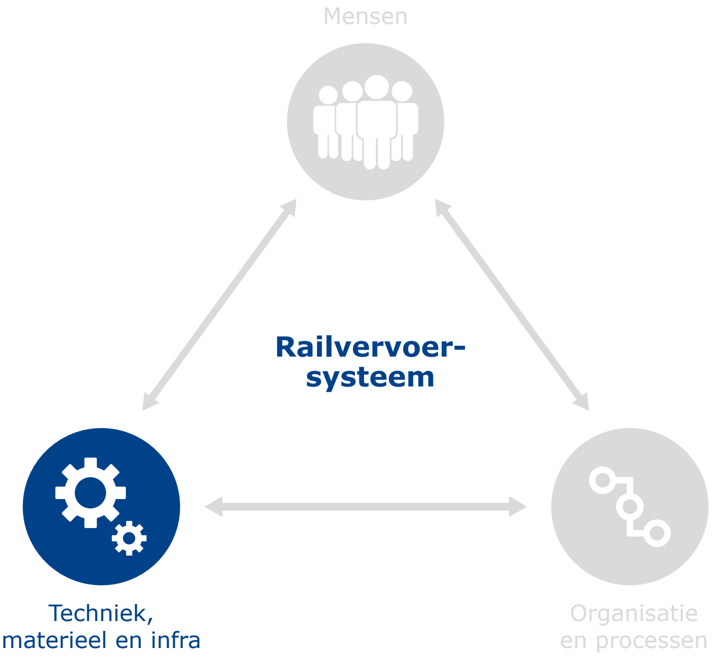
3.3.9 Rijden onder ERTMS is geen verplichting in Dual Signalling

Bij Dual Signalling bestaat voor de vervoerder geen verplichting om onder ERTMS regime te rijden, ook niet als aan alle randvoorwaarden om dit te kunnen doen (opgeleide machinist, toegelaten materieel, vervoerder in staat om ERTMS te rijden) is voldaan. Dit kan inhouden dat vervoerders niet onder het meest veilige beschikbare beveiligingssysteem rijden.

3.4 Lessen over de Techniek van het vervoersysteem

Goed functionerende ERTMS techniek is de drager van een werkend, veilig vervoersysteem. Zonder functionerende techniek kunnen processen niet worden uitgevoerd en kunnen de mensen in het vervoersysteem hun werk niet doen. Techniek bepaalt ook voor een belangrijk deel de veiligheid van het vervoersysteem en speelt dus ook vanuit dat perspectief een grote rol in het vervoersysteem.

Figuur 7 Techniek in het railvervoersysteem



3.4.1 Materieel

In de Pilot is gereden met divers materieel. De lessen vanuit de Pilot zijn, qua materieeltechniek, opgedaan met het uitrusten van elf ICE treinstellen en tien SLT treinstellen met ERTMS en de toelating op de baanvakken Amsterdam-Utrecht en Zwolle-Lelystad. Ook is er ervaring opgedaan met het toelaten van goederenmaterieel van de types BR189 (varianten J en K), BR203, DE6400 en G1206.

Na de inbouw en toelating zijn er lessen geleerd door het rijden met dit materieel in reizigers- en goederentreinen op Dual Signalling baanvakken.

3.4.1.1 Algemene leerpunten

Exported constraints

Bij de technische implementaties van ERTMS boordsystemen worden ontwerp- en uitvoeringskeuzes gemaakt. Deze keuzes hebben als gevolg dat er heel specifieke gebruiksvoorschriften voor het materieel zijn om veilig onder ERTMS regime te kunnen rijden. Dit zijn de zogenaamde 'exported constraints', waarbij de

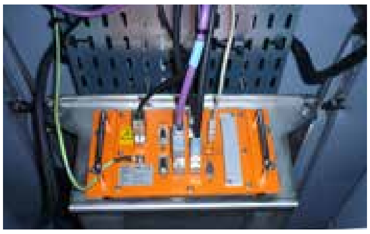
vervoerder de issues van het materieel, die niet in de techniek konden worden opgelost, moet mitigeren door de machinist aanvullende instructies te geven. De oorzaak van deze exported constraints kunnen liggen in de specifieke ERTMS implementatie van de trein. Exported constraints kunnen echter ook voortkomen uit de combinatie van ERTMS en bijvoorbeeld de eigenschappen van het remsysteem van de trein.

In de praktijk betekent dit dat een machinist op hetzelfde baanvak met het ene materieeltype anders moet handelen dan met een ander materieeltype. Zo moet bijvoorbeeld de machinist op de HSL-Zuid met de Thalys andere bedieningshandelingen uitvoeren dan met de BR186/TRAXX. Voor de SLT treinstellen zijn machinisten specifiek opgeleid om ERTMS in een SLT te bedienen.

Vanuit het perspectief van de machinist is het wenselijk dat, onafhankelijk van het materieel, altijd dezelfde handelingen moeten worden uitgevoerd.

Stuurtafelinrichting
In de Pilot is gebleken dat de ERTMS stuurtafelinrichtingen (met als onderdeel de Driver-Machine Interfaces of DMI) van alle leveranciers in het gebruikte materieel in grote lijnen voldoen. Er kan extra aandacht worden geschonken aan de reikafstand tot het ERTMS scherm en de leesbaarheid van de beeldscherminformatie. Van belang blijkt dat de machinisten als gebruikers nauw betrokken worden bij de inrichting van de DMI.

Radioverbinding met SLT treinstel
In de pilot bleek dat de mogelijkheid om via een radioverbinding toegang te hebben tot de gegevens in de Juridical Recording Unit (JRU) en de Automatische Ritregistratie (ARR) van één van de SLT treinstellen erg veel baten opleverde. Doordat op deze wijze de gegevens van het SLT treinstel direct beschikbaar waren voor analyse kon snel en adequaat worden gereageerd bij het oplossen van kinderziektes in zowel het materieel, de infrastructuur als bij wegnemen van bedieningsfouten.



JRU met radioverbinding

Bij het verzamelen van gegevens uit ERTMS systemen ten behoeve van troubleshooting moet aandacht aan privacyaspecten van deze gegevens worden gegeven.

3.4.1.2 ERTMS inbouw in de ICE treinstellen
De inbouw van ERTMS in de ICE treinstellen is uitgevoerd door Deutsche Bahn, de begeleiding hiervan vanuit NS is gedaan door NS International.





Omdat het materieel in verschillende landen wordt ingezet, is toelating in alle betrokken landen noodzakelijk: Nederland, Duitsland als België. De toelating in een dergelijke internationale setting is complex.

Het toelatingstraject voor de ICE was voor een deel al uitgevoerd voorafgaand aan de start van de Pilot. In dit traject verzorgde een technisch adviesbureau de Baan-Trein Integratie (BTI) testen en dossiervorming ten behoeve van de toelating in Nederland en trad tevens op als onafhankelijke veiligheidsassessor (ISA).

Na wat aanloopproblemen is het rijden onder ERTMS Level 2 op het baanvak Amsterdam-Utrecht verder met weinig problemen verlopen.

Bij instandhouding en beheer van de ICE hebben zich tijdens de Pilot geen problemen voor gedaan. De ERTMS installaties van de ICE treinstellen blijken goed te onderhouden te zijn.

3.4.1.3 ERTMS inbouw in de SLT treinstellen

Voor de Pilot zijn tien van de 120 sprintertreinstellen van het type Sprinter Light Train (SLT) geschikt gemaakt om onder ERTMS Level 2 te rijden. Dit materieel is voorzien van ERTMS boordapparatuur.

Deze treinstellen waren al in vergaande mate voorbereid om onder ERTMS gaan rijden. Bovendien was een vergelijkbare ERTMS configuratie al lange tijd in bedrijf bij ander materieel. Hierdoor leek het mogelijk om in een korte tijd het materieel aan te passen waarbij het aannemelijk was dat de technische risico's beperkt waren.

Tijdens de uitvoeringsfase van de Pilot bleek deze inschatting onjuist. Door fouten in de software van de ERTMS boordapparatuur ontstonden veiligheidsrisico's tijdens het rijden onder ATB en konden de SLT treinstellen, met tijdelijke maatregelen, pas een half jaar later onder ERTMS regime in de reizigersdienst worden ingezet.

Deze softwareproblemen kwamen pas tijdens de Pilot aan het licht, doordat de ERTMS installatie in een SLT treinstel een andere configuratie had dan in materieel waarin deze apparatuur al eerder was toegepast. In de configuratie bij ander materieel bleven de softwareproblemen onzichtbaar.

De tijdelijke maatregelen konden niet voorkomen dat de tien treinstellen vaker uitvielen dan niet-omgebouwde SLT treinstellen. De leverancier had voor een aantal softwareproblemen aan het einde van de Pilot nog geen definitieve oplossing.

In het algemeen kan gesteld worden dat de SLT treinstellen goed functioneren onder ERTMS regime. De ervaring van de Pilot leert dat er bij de inbouw van ERTMS in materieel goed moet worden beoordeeld wat de impact is op het functioneren onder NS'54/ATB regime, en dat kleine configuratieverschillen in op zichzelf goed functionerende ERTMS installaties grote technische problemen kunnen veroorzaken.

Interactie met het bestaande remsysteem
ERTMS vergt andere eigenschappen van de overige treinsystemen. Een voorbeeld hiervan is de beladingscorrectie van het remsysteem van de SLT treinstellen.

Om voor een stoppunt stil te staan gebruikt ERTMS remcurves. Deze remcurves worden bepaald aan de hand van de remvertraging waarmee de trein remt. Als de trein zwaarder beladen is dan moet er met meer kracht worden geremd. Het remsysteem corrigeert dit automatisch. Dit correctiemechanisme werkt echter alleen bij normale beladingcondities. Als er zeer veel mensen in de trein zijn (zoals in de spits) werkt de beladingscorrectie ontoereikend. Het gevolg is dat er bij de berekening van de remweg wordt uitgegaan van een te hoge remvertraging en dat er dus te laat wordt begonnen met remmen. Hierdoor is het theoretisch mogelijk dat het stoppunt of het gevaarpunt wordt gepasseerd. Bij het rijden onder NS'54/ATB regime corrigeert de machinist zelf het remgedrag. Bij het rijden aan de hand van ERTMS remcurves krijgt hij een verkeerde indruk van het remvermogen.

Inbouw van ERTMS in SLT treinstellen vergt dus technische aanpassingen van het in het materieel aanwezige systeem dat beladingscorrectie verzorgt.

Een ander voorbeeld waar de ERTMS remcurve bij reizigersvervoer tot discomfort leidde is dat bij SLT treinstellen de remcurve is gebaseerd op de remvertraging die optreedt bij een noodremming van het materieel (circa 1,0 m/s2). Vanuit veiligheidsperspectief is dit geen probleem. Echter, bij een noodremming wordt aanzienlijk harder geremd wanneer de machinist normaal remt (circa 0,5-0,8 m/s2). Als een machinist wacht totdat de remcurve wordt bereikt dan moet hij remmen alsof het een noodremming is. Dit wordt door de reizigers als onplezierig ervaren. Machinisten moeten bewust worden gemaakt van dit fenomeen en niet wachten tot de remcurve wordt bereikt.

Instandhouding van de ERTMS boardapparatuur van de SLT treinstellen
De instandhouding van alle SLT treinstellen wordt uitgevoerd door NedTrain. NedTrain heeft echter nog geen erkenning om ERTMS apparatuur te onderhouden.

Het aantal van tien SLT treinstellen, dat gering is ten opzichte van het gehele SLT park, was te klein om de benodigde kennis binnen NedTrain op te bouwen en daarna in stand te kunnen houden.

Het preventieve en correctieve onderhoud van de ERTMS boordapparatuur werd, onder auspiciën van NedTrain, uitgevoerd door de leverancier van de ERTMS treinapparatuur.

3.4.1.4 Toelating materieel
De Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) geeft voor materieel een vergunning voor indienststelling (VVI) af als door de vervoerder/eigenaar de veilige inzet op de infrastructuur aantoont. Dit gebeurt onder meer met Baan-Trein integratietesten (BTI testen).

De NS'54/ATB implementatie in de Nederlandse infrastructuur is overal gelijk. Dat houdt in dat als wordt aangetoond dat materieel onder NS'54/ATB veilig kan worden ingezet het materieel op dat aspect in heel Nederland is toegelaten (er kunnen wel andere aspecten zijn waarom een toelating niet voor heel Nederland geldt, bijvoorbeeld de geschiktheid voor de bovenleidingspanning).

Omdat de technische implementaties van de ERTMS baanvakken in Nederland verschillen moet de veilige inzet van materieel per ERTMS baanvak worden aangetoond. Bijvoorbeeld, de ICE is onder ERTMS regime in Nederland toegelaten op het baanvak Amsterdam-Utrecht en op het grensbaanvak Zevenaar-Emmerik, maar niet op het baanvak Zwolle-Lelystad, de Betuweroute en niet op de HSL Zuid.



Het aantal BTI testen voor een materieeltype kan worden beperkt door het toelatingsdossier mede te baseren op BTI testen die eerder zijn gedaan in het kader van toelating op andere ERTMS baanvakken, een zogenoemde cross-validation. In de Pilot is voor een aantal materieeltypes de toelating op basis van cross-validation gerealiseerd. Cross-validation is een mogelijkheid is om de toelating voor het ERTMS deel van het materieel efficiënter te bewerkstelligen.

3.4.2 Railinfrastructuur

In de Pilot is een aantal bevindingen gedaan die betrekking hebben op de railinfrastructuurtechniek. De railinfrastructuurtechniek bevat alle technische systemen en keuzes die gemaakt zijn over de lay-out en functionaliteit van de baan.

3.4.2.1 Ontwerpkeuzes vanuit techniek

In de tijd dat het baanvak Amsterdam-Utrecht werd aangelegd was het moeilijk om goede ontwerpkeuzes te kunnen maken vanuit het totale vervoersysteem van mens, techniek en processen (zie ook paragraaf 3.1.1), simpelweg omdat er weinig ervaring was. Het gevolg is dat de ERTMS implementatie op Amsterdam-Utrecht bijvoorbeeld een voor de machinist (van met name een reizigerstrein) onhandige opstartprocedure vereist.

Met de huidige kennis over hoe keuzes bij de aanleg van het baanvak doorwerken op het operationele gebruik van het baanvak zouden deze ontwerpkeuzes waarschijnlijk anders zijn gemaakt.

3.4.2.2 Gereedheid baanvak bij start van de Pilot

Hoewel het baanvak Amsterdam-Utrecht door ProRail al een aantal jaren werd aangeboden als Dual Signalling baanvak, werd er niet onder ERTMS Level 2 regime gereden en, als gevolg daarvan, ook niet met 160 km/u.

Hierdoor is een aantal processen die te maken hebben met ERTMS weggezakt of niet goed uitgevoerd. Zo was bijvoorbeeld de intensiteit en de nauwkeurigheid van het beheer van Eurobalises verslechterd en werd het baanvak onderhouden voor een maximum snelheid van 140 km/u.

Verder was in de organisaties het bewustzijn afgenomen dat er daadwerkelijk 160 km/u gereden kan en mag worden op het baanvak. Dit bleek in de Pilot toen een snelheidsbeperking van 140 km/u op het baanvak van toepassing was maar treindienstleiders dit niet aan machinisten communiceerden waardoor het mogelijk werd dat treinen met een hogere snelheid dan 140 km/u konden blijven rijden. Ook zijn er voorbeelden waarbij door onderhoudspartijen handelingen werden uitgevoerd die bij baanvaksnelheden boven 140 km/u niet zijn toegestaan.

In de Pilot is flink geïnvesteerd in de communicatie over het rijden onder ERTMS, bij beheerders, onderhoudspartijen, verkeersleiding etc. Door de schaalgrootte van de Pilot was het aandeel treinen dat onder ERTMS reed ten opzichte van het totale treinverkeer echter beperkt. Het bewustzijn van ERTMS en de

hogere baanvaksnelheid bij de betrokken partijen wordt het beste bewerkstelligd door hen in de dagelijkse operatie hiermee te laten werken.

3.4.2.3 Stabiliteit en betrouwbaarheid van GSM-R

Treinen en infrastructuur communiceren onder ERTMS Level 2 regime via een

GSM-R radioverbinding[9]. Voor ERTMS Level 2 is een stabiele en betrouwbare GSM-R verbinding essentieel: als de GSM-R verbinding uitvalt, kan niet onder ERTMS Level 2 regime worden gereden.

In de Pilot bleek dat de betrouwbaarheid van de GSM-R verbinding voor treinverkeer op het baanvak Amsterdam-Utrecht minder was dan voor een goede operatie nodig is, met als gevolg dat sommige treinen strandden onder ERTMS Level 2 regime. Omdat in de Pilot zowel de infrastructuur als het materieel duaal zijn uitgevoerd, kon in zo'n geval worden overgeschakeld naar rijden onder NS'54/ATB regime en was de hinder voor het treinverkeer beperkt. Bij ERTMS only bestaat die mogelijkheid niet.

3.4.2.4 Onderhoudbaarheid ERTMS

Behoudens wat kinderziektes en op enkele opstartperikelen na zijn er geen problemen met baanonderhoud op Amsterdam-Utrecht geweest. De infrastructuuronderhouders hebben aangegeven dat ERTMS geen invloed heeft op het onderhoud. Het onderhoud aan de ERTMS systemen is door-gecontracteerd naar de leverancier van de ERTMS systemen en onderhoudspartij en leverancier werkten goed samen. Hierdoor hebben de extra ERTMS systemen nauwelijks impact op het onderhoud dat door hen wordt uitgevoerd.

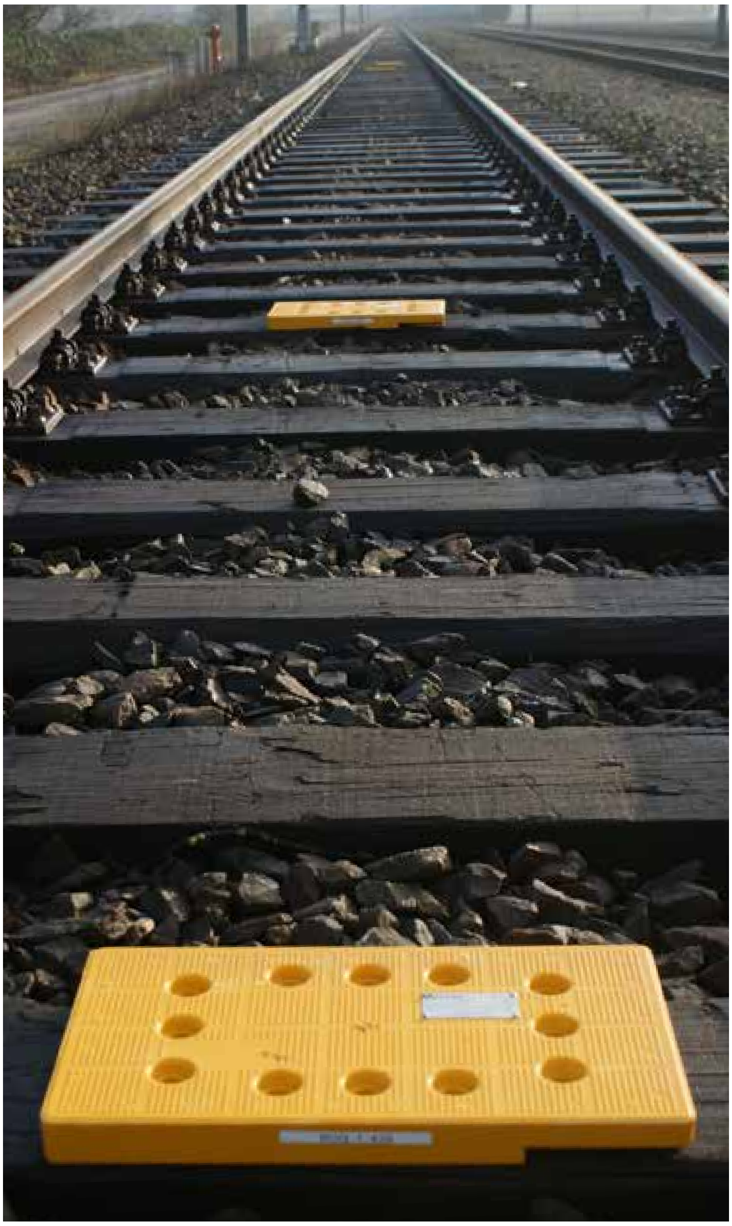
3.4.2.5 Ligging van transities

In de Pilot hebben zich geen technische problemen voorgedaan met de transities van ATB naar ERTMS en vice versa. Echter, niet alle transities op het baanvak Amsterdam-Utrecht liggen gunstig voor een prettige operatie van een vervoerder. Vooral machinisten van sprintertreinen hadden last van een soms ongunstige ligging waardoor er dan veel handelingen tegelijkertijd door de machinist moesten worden uitgevoerd.

Op het baanvak Amsterdam-Utrecht wordt de aankondiging van een transitie niet altijd op een vast punt gegeven. Tijdens de Pilot kwam naar voren dat machinisten het prettiger vinden om op vaste punten de aankondiging van een transitie te krijgen.

Omdat op rangeergebieden de processen anders verlopen liggen de transities soms onhandig. De ligging kan beter in samenhang met het vertrekproces worden gekozen.

9 GSM-R is een GSM radioverbinding met een aantal functies die in EU verband specifiek voor railtoepassingen zijn ontwikkeld.



Eurobalises in de railinfrastructuur

Colofon

In de Pilot is samengewerkt door infrabeheerder ProRail, vervoerder NS (NS International, NS Reizigers en onderhoudsbedrijf NedTrain) en goederenvervoerders CapTrain, DB Schenker, LTE, Shunter, Strukton en TX Logistik.

De spoorkennishouders die meewerkten aan de beantwoording van de onderzoeksvragen waren:

ADSE, Arcadis, CGI Nederland, Ergos, InControl, Intergo, Mott MacDonald, Movares, NLR, Dekra (Plurel), Rail Infra Solutions, Royal HaskoningDHV, NPC, TriamFloat en Twynstra Gudde.

Daarnaast hebben experts van CQM, Lloyds Register Rail Europe, Ortec en TNO bijgedragen aan de beantwoording van de onderzoeksvragen.

PILOT AMSTERDAM-UTRECHT
ERTMS

PILOT AMSTERDAM-UTRECHT

ERTMS